

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA GEOTECHNIKY A PODZEMNÍHO
STAVITELSTVÍ

Bakalárska práca

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA GEOTECHNIKY A PODZEMNÍHO
STAVITELSTVÍ

Stanovenie množstva ílovitej frakcie v zemine pomocou
konzistenčných medzí

Determination of the amount of clay fraction in the soil using
consistency limits

Študent: Diana Sálusová
Vedúci bakalárskej práce: Ing. Barbara Luňáčková, Ph.D.

Ostrava 2021

Zadání bakalářské práce

Student: **Diana Sálusová**
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3647R017 Geotechnika
Téma: Stanovení množství jílovité frakce v zemině pomocí konzistenčních
mezí
Determination of the Amount of Clay Fraction in the Soil Using
Consistency Limits

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

- 1) Popis standardní metody stanovení množství jílovité frakce c (%) v zemině.
- 2) Popis metody stanovení c (%) na základě znalosti konzistenčních mezí.
- 3) Stanovení c (%) oběma metodami.
- 4) Porovnání výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

Šimek J., 1990. *Mechanika zemin*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury. ISBN 80-03-00428-4.
Weiss Z., Kužvart M., 2005. *Jílové minerály: jejich nanostruktura a využití*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0868-5.
Savage P.F., 2007. *Evaluation of possible swelling potential of soil*, in: Proceedings Of The 26Th Southern African Transport Conference (Satc 2007). Pretoria, South Africa, pp. 277-283.
ČSN CEN ISO/TS 17892-4: *Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 4: Stanovení zrnitosti zemin*, 1st ed, 2005. ČNI, Praha.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Barbara Luňáčková, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2020

Datum odevzdání: 30.04.2021

doc. RNDr. Eva Hrubešová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie študenta

„Prehlasujem, že som celú bakalársku prácu vrátane príloh spracovala pod vedením vedúceho bakalárskej práce a uviedla som všetky použité podklady a literatúru.“

V Ostrave

.....

.....

podpis študenta

Prehlasujem, že

- bola som uzrozumená s tým, že na moju bakalársku prácu sa plne vťahuje zákon č.121/2000 Zb. – autorský zákon, hlavne § 35 – použitie diela v rámci občianskych a náboženských obradov, v rámci školských predstavení a použitia školského diela a § 60 – školské dielo
- beriem na vedomie, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (ďalej len VŠB-TUO) má nezárobokové právo k svojej vnútornej potrebe použitia bakalárskej práce (§35 odst. 3.)
- súhlasím s tým, že jeden výtlačok bakalárskej práce bude uložený v Ústrednej knižnici VŠB-TUO k prezenčnému nahliadnutiu. Súhlasím s tým, že údaje o bakalárskej práci budú zverejnené v informačnom systéme VŠB-TUO.
- bolo zjednané, že s VŠB-TUO, v prípade záujmu z jej strany, uzavriem licenčnú zmluvu s oprávnením použitia diela v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bolo zjednané, že použiť svoje dielo – bakalársku prácu alebo poskytnúť licenciu k jej využitiu môžem len so súhlasom VŠB-TUO, ktorá je oprávnená v takomto prípade od mňa žiadať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré boli VŠB-TUO na vytvorenie diela vynaložené (až do jej skutočnej výšky).
- beriem na vedomie, že odovzdaním svojej práce súhlasím so zverejnením svojej práce podľa zákona č. 111/1998 Zb., o vysokých školách a o zmene a doplnení ďalších zákonov (zákon o vysokých školách), v znení neskorších predpisov, bez ohľadu na výsledok jej obhajoby.

V Ostrave

.....

Pod'akovanie

Chcela by som poďakovať, pani Ing. Barbare Luňáčkovej, Ph.D, vedúcej mojej bakalárskej práce, za odborné rady a pripomienky, jej čas a spätnú väzbu pri konzultáciách, za pomoc a poskytnutie materiálov a informácii. Ďalej by som chcela poďakovať mojim rodičom za dôveru, finančnú a morálnu podporu, ktorú som od nich získavala počas celého štúdia.

Ďakujem!

Anotácia

SÁLUSOVÁ, Diana. *Stanovenie množstva ílovitej frakcie v zemine pomocou konzistenčných medzí*. Bakalárska práca. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, 2021. 41 strán.

Bakalárska práca sa zaoberá stanovením množstva ílovitej frakcie pomocou konzistenčných medzí. Vyhodnotenie sa zakladá na porovnaní normovej metódy zisťovania množstva ílovitej frakcie (hustomerná skúška) a metódy získavania množstva ílovitej frakcie podľa Savageho. Prvá metóda vychádza z normy ČSN EN ISO 17 892-4 (november 2017). Druhá metóda (Savageho metóda) vychádza zo znalosti konzistenčných medzí. V teoretickej časti je zahrnutý opis ílovej frakcie so zameraním sa na tri ílové minerály (kaolinit, illit a montmorillonit), stanovenie množstva ílovitej frakcie podľa normovej metódy a podľa Savageho metódy. V praktickej časti je vytvorená analýza metód na dvoch súboroch dát: 1) šesť zmesí kaolínu a piesku, 2) 197 vzoriek zemín odobraných in situ. V prvom súbore dát bola zistená závislosť, kedy pri zväčšujúcom sa množstve ílovitej frakcie sa taktiež zväčšuje rozdiel vo výsledkoch dvoch skúmaných metód. U druhého súboru dát sa táto závislosť nepotvrdila. Výsledky sa líšili až o 226,42%. Pre vybraný súbor dát sa Savageho metóda ukázala ako nevhodná. Bolo by vhodné preskúmať túto metódu na inej vzorke dát a overiť túto skutočnosť.

Kľúčové slová: ílovitá frakcia, hustomerná metóda, Savageho metóda

Annotation

SÁLUSOVÁ, Diana. *Determination of the amount of clay fraction in the soil using consistency limits*. The bachelor thesis. Ostrava: VŠB – Technical university of Ostrava, Faculty of engineering, 2021. 41 p.

The bachelor thesis is about determination of the amount of clay fraction in the soil using consistency limits. The evaluation is based on a comparison of the standard method for determining the amount of clay fraction (hydrometer method) and the method for obtaining the amount of clay fraction according to Savage. The first method is based on the standard ČSN EN ISO 17 892-4 (November 2017). The second method (Savage's method) is based on knowledge of consistency limits. The theoretical part includes a description of the clay fraction with a focus on three clay minerals (kaolinite, illite and montmorillonite), determination of the clay fraction according to the standard method and according to the Savage's method. In the practical part, an analysis of methods is created on the two sets of data: 1) six mixtures of kaolin and sand, 2) 197 soil samples taken in situ. In the first set of data, a dependence was found.

Bakalárska práca

When amount of clay fraction is increasing, the difference in the results of the two investigated methods also increases. For the second data set, this dependence was not confirmed. The results differed by up to 226,42%. For the selected data set, Savage's method proved to be unsuitable. It would be appropriate to examine this method on another sample of data and verify it.

Keywords: clay fraction, hydrometer method, Savage's method

Obsah

ZOZNAM SKRATIEK A SYMBOLOV	11
1. ÚVOD	13
2. ÍLOVITÉ ZRNÁ	14
2.1. ZRNITOSŤ ZEMÍN	14
2.2. ÍLOVÉ MINERÁLY	17
2.3. GENÉZA ÍLOV	18
2.4. VLASTNOSTI ÍLOVITÝCH ZEMÍN	19
2.5. TYPY ÍLOVÝCH MINERÁLOV	21
2.5.1. Kaolinit	21
2.5.2. Montmorillonit	22
2.5.3. Illit	23
3. STANOVENIE MNOŽSTVA ÍLOVITÝCH ZŔN HUSTOMERNOU METÓDOU	24
3.1. ANALÝZA VEĽKOSTI ČASTÍC	24
3.2. STOKESOV ZÁKON	24
3.3. HUSTOMER A HUSTOMERNÁ SKÚŠKA	25
3.3.1. Hustomer	25
3.3.2. Princíp hustomernej skúšky	26
3.3.3. Zásadné informácie o hustomernej skúške	27
4. STANOVENIE MNOŽSTVA ÍLOVITÝCH ZŔN METÓDOU PODĽA SAVAGEHO	30
4.1. KONZISTENČNÉ STAVY	30
4.1.1. Konzistenčné medze	31
4.2. AKTIVITA ÍLOV	33
4.3. SAVAGEHO METÓDA	33
5. PRAKTICKÁ ČASŤ	38
5.1. Analýza zmesi kaolínu s pieskom	38
5.2. Analýza vzoriek zemín z lokality Lovosice - Řehlovice a Dobkovičky	42
5.2.1. Popis oblasti	42
5.2.2. Zhromaždenie údajov	44
5.2.3. Zobrazenie zemín v trojuholníkovom diagrame	45
5.2.4. Hodnoty konzistenčných medzí	46
5.2.5. Množstvo ílovitej frakcie stanovené hustomernou a Savageho metódou	48
5.3. Porovnanie skúmaných metód	50
6. ZÁVER	53
POUŽITÁ LITERATÚRA	54
ZOZNAM OBRÁZKOV	56
ZOZNAM TABULIEK	57
PRÍLOHA A: ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE OBLASŤ LOVOSICE - ŘEHLOVICE	58
PRÍLOHA B: ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE OBLASŤ DOBKOVÍČKY	70

PRÍLOHA C: ÚDAJE ZÍSKANÉ Z GEOTECHNICKÉHO PRIESKUMU	75
PRÍLOHA D: SAVAGEHO METÓDA	85

Zoznam skratiek a symbolov

Symbol	názov (jednotka)
C_u	číslo rôznorodosti (-)
C_c	číslo krivosti (-)
d_{ef}	účinný priemer zrna (mm)
d_{10}	veľkosť zŕn pri 10 % prepade (mm)
d_{30}	veľkosť zŕn pri 30 % prepade (mm)
d_{60}	veľkosť zŕn pri 60 % prepade (mm)
b	balvanová frakcia (%)
cb	kamenitá frakcia (%)
g	štrkovitá frakcia (%)
s	piesčitá frakcia (%)
m	hlinitá frakcia (%)
c	ílovitá frakcia (%) stanovená podľa normovej metódy
c_{Savage}	ílovitá frakcia (%) stanovená podľa Savageho metódy
ρ_s	hustota pevnej častice (g/cm^3)
ρ_w	hustota vody (g/cm^3)
g	gravitačné zrýchlenie (m/s^2)
η	viskozita sedimentačnej kvapaliny (g/cm.s)
PSA	particle system analyses (analýza veľkosti častíc)
η	dynamická viskozita, závislá na teplote (Pa.s)
γ_s	objemová tiaž skeletu (kN/m^3)
γ_w	objemová tiaž vody (kN/m^3)
C	konštanta (-)
v	rýchlosť (m/s)
d	priemer (mm)
s	dráha (m)
t	čas (s)
q	percentuálne zastúpenie častíc (%)
γ_{susp}	objemová tiaž suspenzie v čase t v úrovni ťažiska hustomeru (kN/m^3)
V	objem suspenzie (m^3)
Q	hmotnosť suchej navážky (g)
P_g	opravený index plasticity (%)
R	koeficient plasticity (pomer medze tekutosti a medze plasticity) (-)
Act	aktivita ílov (-)

Bakalárska práca

w_s medza zmršťovania (%)

w_L medza tekutosti (%)

w_p medza plasticity (%)

I_p index plasticity (%)

1. Úvod

Zrornosť zemín sa štandardne stanovuje kombináciou sitovej a sedimentačnej, najčastejšie hustomernej, metódy. Hustomerná metóda vychádza z normy ČSN EN ISO 17 892-4 (november 2017). Keďže hustomerná metóda je založená na skúmaní guľatých častíc, nie je možné presne určiť skutočnú veľkosť ílovitých častíc, pretože sú ostrohranné. Táto metóda vie získať len ich priemernú hodnotu.

Hlavným cieľom tejto práce je porovnať percentuálne zastúpenie ílovitej frakcie zemín stanovených hustomernou metódou s metódou stanovenou podľa P. F. Savageho (Savage, 2007). Táto metóda je postavená na znalosti závislosti medzi Skemptonovou aktivitou ílov a pomerom medze tekutosti a medze plasticity pre rôzne druhy ílových minerálov. Základné ílové minerály, z ktorých táto metóda vychádza sú kaolinit, illit a montmorillonit.

Ílové minerály sú podskupinou sekundárnych minerálov. Vznikajú na základe chemických premien horninotvorných minerálov v priebehu zvetrávania (Šimek, 1990). Preto je nutné poznať ich základné vlastnosti, pôvod či zloženie. Po získaní všetkých potrebných informáciách je možné vytvárať analýzy.

Stanovenie množstva ílovitej frakcie pomocou oboch metód bolo vytvorené s pomocou údajov o vzorkách zemín získaných z geotechnického prieskumu k projektu diaľnice D8, časti Lovosice-Řehlovice a Dobkovičky, (Podrobný geotechnický průzkum, 1997), (Protokol o laboratorních zkouškách, 2014) a na zmesi kaolínu s pieskom (Hrubešová, 2020).

Ako výsledok tejto práce by som chcela zistiť, či je možné určovať množstvo ílovitej frakcie na základe výpočtov z konzistenčných medzí.

2. Ílovité zrná

Táto práca je zameraná na stanovenie ílovitej frakcie v zemine hustomernou a Savageho metódou. Pred kapitolami venovanými popisu samotných metód (kapitola 3 a 4) je zaradený text, venovaný samotným ílovitým zrnám. Za ílovité zrná sú považované tie, ktoré sú menšie než 0,002 mm (viď kapitola 2.1 Zrinitosť zemín). Stanovenie percentuálneho zastúpenia jednotlivých zrnitostných frakcií v zemine sa štandardne prevádza zrnitostným rozborom (viď kapitola 2.2 Zrnitostný rozbor).

2.1. Zrinitosť zemín

Zrinitosťou zemín sa rozumie granulometrické vyjadrenie veľkostí častíc. Po získaní percentuálneho zastúpenie jednotlivých veľkostí častíc sa vytvorí tzv. krivka zrinitosti, čo je grafické znázornenie zrinitosti zemín. Krivka zrinitosti je súčtová krivka, ktorá vyjadruje kumulatívnu relatívnu početnosť jednotlivých zrnitostných frakcií ich podielom na celkovú hmotnosť zeminy. Rozmery zrn zeminy sa pohybujú vo veľmi širokom rozpätí, od tisícín až po desiatky aj stovky milimetrov. Obsah jemných častíc ovplyvňuje pritom vlastnosti zemín všeobecne väčšou mierou než hrubšie zrná. Preto sa krivky zrinitostí znázorňujú zásadne v semilogaritmickej mierke. Logaritmicke vyjadrenie priemeru zrn umožňuje dostatočne presné znázornenie podielu všetkých priemerov od najväčších až do najmenších. (Šimek, 1990)

Zrinitostné krivky môžu mať rôzne tvary. Môžu začínať v oblasti jemných alebo hrubších častíc. Charakterizujú ich účinný priemer d_{ef} , číslo rôznorzrinitosti C_U (tabuľka 1), číslo krivosti C_C (tabuľka 2). Účinný priemer sa udáva spravidla ako d_{10} , čo je priemer zrna odpovedajúci 10% prepadu.

Ostatné charakteristiky sú definované takto (Šimek, 1990):

$$C_U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \qquad C_C = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} \qquad (2)$$

kde d_{10} je veľkosť zrn pri 10% prepade, d_{30} veľkosť zrn pri 30% prepade, d_{60} je veľkosť zrn pri 60% prepade.

Číslo rôznozrnatosti	typ zrnitosti
<5	rovnako zrnené
5-15	stredne zrnené
>15	rôznozrnené

Tabuľka 1: Rozdelenie čísla rôznozrnatosti (Šimek, 1990)

Číslo krivosti	typ zrnitosti
1-3	dobre zrnené
<1	zle zrnené
>3	zle zrnené

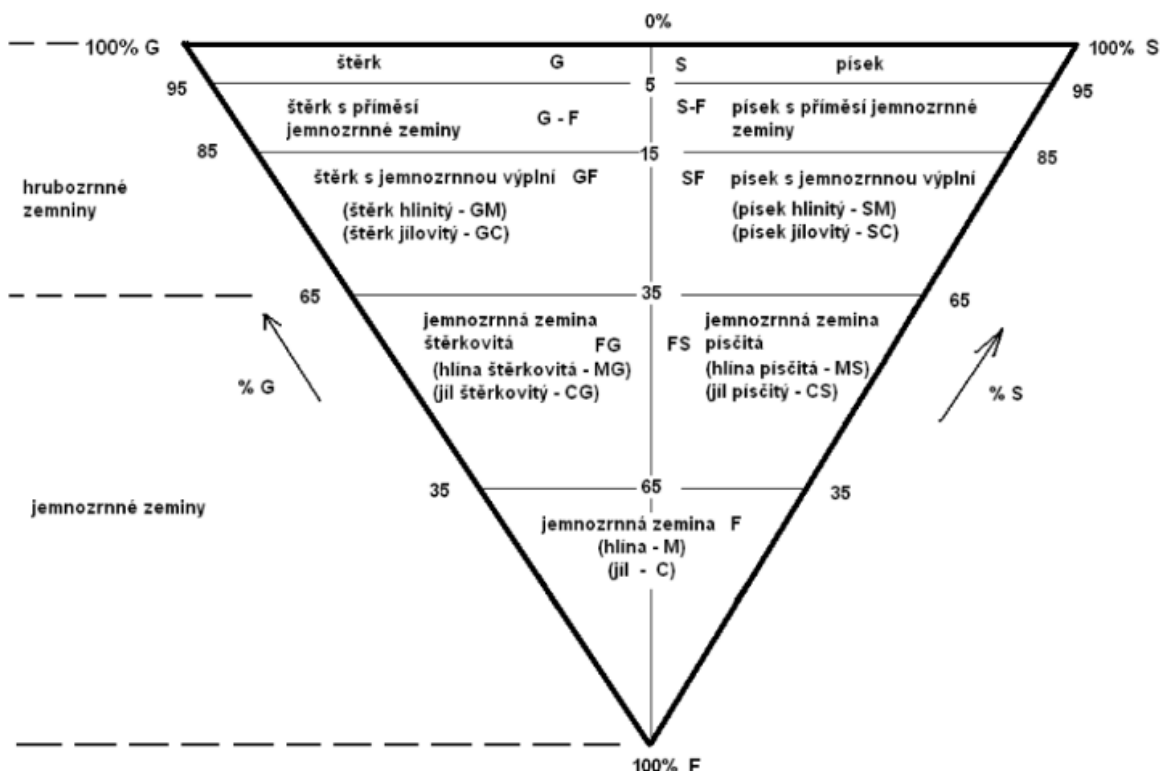
Tabuľka 2: Rozdelenie čísla krivosti (Šimek, 1990)

V Českej republike sa veľkosť častíc určuje podľa normy ČSN P 73 1005 (november 2016) a ČSN EN ISO 14688-1 (apríl 2018). Rozdelenie zŕn podľa ich veľkostí do skupín je v tabuľke 3.

VELMI HRUBÉ ČASTICE	HRUBÉ ČASTICE	JEMNÉ ČASTICE
<u>balvanová zložka (b)</u> > 200 mm	<u>štrková zložka (g)</u> 60 mm (resp. 63 mm) až 2 mm	<u>hlinitá zložka (m)</u> 0,060 (resp. 0,063 mm) až 0,002 mm
<u>kamenná zložka (cb)</u> 60 mm (resp. 63 mm) až 200 mm	<u>piesčitá zložka (s)</u> 2 až 0,060 mm (resp. 0,063 mm)	<u>ílovitá zložka (c)</u> < 0,002 mm

Tabuľka 3: Rozdelenie veľkosti častíc do skupín podľa ČSN P 73 1005 (november 2016) (resp. podľa ČSN EN ISO 14 688-1 (apríl 2018))

Z jednotlivých skupín je možné vytvoriť trojuholníkový diagram (obrázok 1) pre zatriedenia zemín so zrnami do 60 mm.



Obrázok 1: Trojuholníkový diagram (ČSN P 73 1005, 2016)

2.1. 1. Zrnitostný rozbor

Zrnitostný rozbor je prevádzaný kombináciou sitovej (mokrej a suchej) a sedimentačnej skúšky (u zemín najčastejšie hustomernou skúškou).

Pre správne spracovanie zemín s obsahom ílovitej frakcie sa vzorka zeminy spravidla zmieša so správnym pomerom destilovanej vody a je potrebné ju ponechať na rozmočenie po dobu 24 hodín. Potom sa prevedie mokrá sitová analýza. Nadsitné (zrna > 0,063 mm) sa vysuší a prevedie sa s ním suchý sitový rozbor. Keď je podiel prepadu skrz najjemnejšie sito (0,063 mm) väčší než 10%, prevedieme analýzu na základe rýchlosti usadzovania vo vode. (Šimek, 1990).

Rozmery jednotlivých minerálnych zŕn a zrnitostné zloženie zeminy ako celok ovplyvňuje vlastnosti zemín významnou mierou. Vzhľadom k tomu, že tvar pevných častíc je veľmi rozmanitý a pohybuje sa od izometrických tvarov, podobných guli alebo kocke, až po ploché, podlhovasté formy hrubších zŕn a šupinaté, ihličkovité a trúbkovité častice ílu,

nemôžeme štandardnými metódami určiť skutočné rozmery častíc. Ekvivalentným priemer d je pre sypké zeminy definovaný ako priemer kruhového alebo dĺžku strany štvorcového oka plechového alebo drôteného sita, cez ktoré dané zrno ešte neprepadne. U jemnozrnných zemín je ekvivalentný priemer určený ako priemer hladkého, guľovitého zrna s rovnakou miernou tiažou, ktorá klesá vo vode rovnakou rýchlosťou ako skúmaná nepravidelná častica zeminy. (Šimek, 1990)

2.2. Ílové minerály

Íl je prírodný materiál, ktorý je zložený s jemne zrnitých minerálov. Patrí do skupiny sedimentov. Súčasťou tohto materiálu sú predovšetkým fylosilikáty, ktoré majú vrstevnatú štruktúru, ďalšie minerály ale aj organické hmoty, ktoré sú schopné ovplyvniť plasticitu, tvrdnutie po sušení či vypaľovaní. (Weiss, 2005)

Vrstevnaté mriežky ílovitých minerálov tvoria pravidelne sa opakujúce zoskupenie tetraédrických a oktaédrických vrstiev. Základné stavebné jednotky jednotlivých vrstiev, z ktorých sú zložené ílové minerály, sú kremičité tetraédre a hliníkové oktaédre. (Šimek, 1990)

Kremíkový tetraéder SiO_4^{4-} je taká jednotka silikátových hornín, ktorú tvoria štyri atómy kyslíka pravidelne usporiadané v priestore okolo atómu kremíka. (Šimek, 1990)

Oktaédre sú tvorené jadrom, ktoré je tvorené atómom hliníka. Na vrcholoch oktaédru je okolo umiestených šesť hydroxylových skupín alebo kyslíkových atómov. (Šimek, 1990)

Podľa počtu vrstiev v opakujúcom sa elementárnom súvrství rozlišujeme: jednovrstvové, dvojvrstvové, trojvrstvové a viacvrstvové minerály. Spojenie jednotlivých vrstiev elementárneho súvrstvia je pevné. Spojenie susedných súvrství môže byť pevné alebo pružné. Na kontaktných plochách súvrstvia, nazývaných bazálne roviny, môžu byť valencie vyrovnané, alebo tu zostávajú voľné záporné náboje. (Šimek, 1990)

Druh kontaktov bazálnych rovín a voľné náboje hrajú rozhodujúcu úlohu pri styku minerálnej častice s vodnými molekulami a s hydratovanými katiónmi. Tie podstatne ovplyvňujú vlastnosti a chovanie ílovitých zemín, v závislosti na výmennej kapacite ílov a druhov absorbovaných katiónov. (Šimek, 1990)

2.3. Genéza ílov

Vznik ílov je možné rozdeliť podľa pôvodu (tabuľka 4) a obsahu (tabuľka 5) (Sláma, 2014).

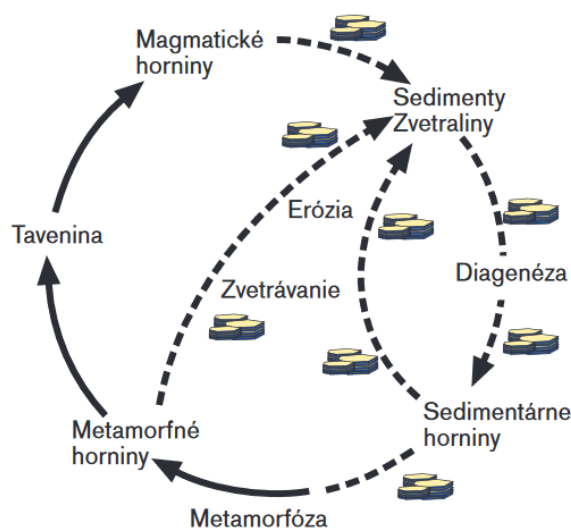
PÔVOD	
<u>reziduálne</u>	zvetranie na mieste
<u>premiestnené/naplavené</u>	vodou odnesené do jazier, riek a morí

Tabuľka 4: Rozdelenie ílov podľa pôvodu (Sláma, 2014)

OBSAH	
<u>monominerálne</u>	minerál tvorený z 90 % jedným minerálom
<u>polyminerálne</u>	viac druhov ílových minerálov

Tabuľka 5: Rozdelenie ílov podľa obsahu (Sláma, 2014)

Íl sa vyskytuje v značnej väčšine fáz geologického procesu (obrázok 2), okrem tých, v ktorých pôsobili mimoriadne vysoké teploty. Je to produkt zvetrávania, pod ktoré patria magmatické, metamorfované a sedimentárne horniny. Vzhľadom na to, že veľkosť častíc je vo veľmi malých jednotkách, je transport ílových zŕn pomerne jednoducho umožnený vo veľkom množstve a na veľké vzdialenosti. (Šucha, 2001)



Obrázok 2: Geologický proces vzniku hornín (Šucha, 2001)

2.4. Vlastnosti ílovitých zemín

Ílovité zeminy sú zložené z ílov. Íly sú radené medzi partikulárne látky. Tie sú zložené z troch základných fáz (pevná, kvapalná a plynná). Pevné častice tvoria pevnú fázu, častice sa vzájomne dotýkajú. „Pevná fáza je polydisperzná zmes rôznych minerálnych častíc kryštalickej a amorfnej povahy, jej najmenšia časť je tvorená ílovými minerálmi“. Chovanie partikulárnej látky je odvodené z jej štruktúry. (Skalková, 2014)

Štruktúra je jedna z najdôležitejších vlastností pôdy. Ovplyvňuje to všetky ostatné vlastnosti ako sú:

1. Fyzikálne vlastnosti
2. Mechanické vlastnosti
3. Chemické vlastnosti

Veľkosť ílovitých zŕn je pod $2\mu\text{m}$. Na zistenie jednotlivých nerastov je nutné použiť mikroskop. Zrná sú ostrohranné. Íl má veľmi charakteristický pach. Je plastický, pokiaľ obsahuje primerané množstvo vody a stvrdne pri sušení/vypaľovaní. (Weiss, 2005)

Textúra zemín je taktiež podstatná pre mechanické chovanie zemín. Ladovcové íly majú často laminovanú textúru s výraznou anizotropiou všetkých mechanických vlastností. Striedajú sa tu milimetrové vrstvy ílu a prachu, usadené cyklickou sedimentáciou tzv. páskované íly. (Weiss, 2005)

Pevné íly sú často prestúpené hustým priestorovým systémom trhlín. Súdržnosť obmedzuje potrhnaná textúra, ktorá ma však zanedbateľnú hodnotu. Otvorenie trhlín je umožnené pri odl'ahčení. Pri tomto procese vniká vlhkosť. Tá má za následok podstatné zhoršenie mechanických vlastností. (Weiss, 2005)

Plasticita určuje mechanické vlastnosti ílov. To má za následok tvarovanie ílov. Závisí od celkového chemického zloženia častíc. (Skalková, 2014)

Za zmenu chovania zeminy, a to nie len ílovitej zeminy, je zodpovedná prítomnosť vody (resp. zmena jej množstva). Ovpľyňuje mechanické vlastnosti ílu. Pokiaľ dôjde k prudkému nasýteniu vodou, veľmi rýchlo sa menia pevnostné charakteristiky zeminy a z ílovej hmoty sa stane plastický materiál. Ílové zeminy majú možnosť vytvárať problémy, práve kvôli náhlejšej objemovej zmene. Keďže po kontakte s vodou majú schopnosť „nabobtnať“ čiže napučať a naopak pri pokuse o zníženie vlhkosti strácajú svoj objem. Pri zmenšovaní objemu vody hovoríme o zmršťovaní zeminy, ktoré je spôsobené existenciou podtlaku v pórovej vode. Mechanické vlastnosti vedia ovplyvniť taktiež štruktúra, tvar zŕn a mineralogické zloženie. (Skalková, 2014)

Za vlastnosť je tiež považovaná širšia škála farieb. V prírode je možné pozorovať biele, sivé, žlté, hnedé, fialové ale aj mnohé ďalšie sfarbenia. (Skalková, 2014)

2.5. Typy ílových minerálov

Ílové minerály sa zatriedujú do jednotlivých skupín (tabuľka 6). Delenie je ovplyvnené vlastnosťami jednotlivých skupín ílov.

Skupiny ílovitých minerálov (Šucha, 2001):	<ul style="list-style-type: none"> • SERPENTÍNY A KAOLINITY • ALOFÁNY A IMOIGILITY • MASTENEC A PYROFYLIT • SMEKTITY • VERMIKULITY • SEUDY • CHLORITY • EPIOLITY A PALYGORSKITY • ZMIEŠANO – VRSTEVNATÉ MINERÁLY • SPRIEVODNÉ MINERÁLY
--------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabuľka 6: Skupiny ílových minerálov (Šucha, 2001)

Pre túto prácu sú dôležité tri ílové minerály: kaolinit, illit, montmorillonit. Všetky tri majú vrstevnatú kryštalickú mriežku. Patria medzi bobtnavé íly.

Jednotlivé ílové minerály majú svoju špecifickú charakteristiku a vlastnosti. Preto je potrebné, aby boli podrobne opísané.

2.5.1. Kaolinit

Je to minerál skupiny serpentín. Jeho formy prírodného výskytu a morfológia častíc minerálov je veľmi heterogénna. Je možné nájsť dobre vyvinuté tabuľkové kryštály, ale aj kryštály s veľmi jemnozrnnými agregátmi rôznych typov. Hlavná príčina rôznorodej morfológie častíc je široká variabilita štruktúrneho usporiadania týchto minerálov. (Weiss, 2005)

Kaolinit (obrázok 3) vzniká rozpadom alkalických živcov v kyslom prostredí. Je tvorený pomerne veľkými bielymi šupinami šesťuholníkového tvaru. Povrch a hrany častíc sú hladké. Mriežka kaolinitu je dvojvrstvová, kontakty medzi vrstvami sú tuhé, valencie v mriežke sú nasýtené. Spojenie susedných dvojvrstiev je pomerne pevné a vzniká medzi vodíkovými atómami hydroxylových skupín oktaédrickej vrstvy a kyslíkovými atómami tetraédrickej vrstvy. (Šimek, 1990)

Povrchová aktivita je schopnosť viazať hydratované kationy a molekuly vody. U kaolinitu je pomerne malá, obmedzuje sa len na okraje a na hrany častíc. (Šimek, 1990)



Obrázok 3: Kaolinit (Betts, 1997)

2.5.2. Montmorillonit

Montmorillonit (obrázok 4) je trojvrstvový minerál. K oktaédrickej vrstve sa radia z oboch strán tetraédrické cez vrcholy kremíkových tetraédrov. Je to minerál bielej farby, s nádychom do žltá alebo do zelena ale aj iných sfarbení. Má malú kryštalizačnú schopnosť. V dôsledku toho sú jeho šupiny veľmi malé, s nedokonalými povrchmi a okrajmi. Jeho zvláštnosťou je slabý, pružný kontakt medzi bazálnymi rovinami elementárneho trojvrstvia (molekuly vody a hydratované kationy môžu vniknúť medzi bazálne roviny a roztvárať ich na relatívne veľkú vzdialenosť, čo má za následok zväčšovanie – „bobtnanie“ vlastnej minerálnej častice). (Weiss, 2005)

Montmorillonitové íly sú bentonity. Vyznačujú sa schopnosťou prijímať a udržať veľké množstvo vody. Pri zmenách vlhkosti podliehajú značným objemovým zmenám, majú významnú povrchovú aktivitu a iónovú výmennú kapacitu. Ich vlastnosti závisia na prevládajúcej výmene kapacity. Tieto íly využívame v technológii zakladania stavieb ako husté výplachy pri vŕtaní, ako pažiace suspenzie na budovanie podzemných stien alebo pri vŕtaní veľkopriemerových pilot, na dotesňováciu injektáž obmuroviek tunelov, na vodných stavbách a inde. (Šimek, 1990)



Obrázok 4: Montmorillonit (Arnika international, 2009)

2.5.3. Illit

Illit (obrázok 5) patrí do skupiny ílovitých minerálov. Illitické minerály sú rôznych farieb, od bielej až po tmavo hnedú, s rovnakou štruktúrnou stavbou ako montmorillonit. Bazálne roviny elementárneho trojvrstvia sú pevne spojené katióny draslíku, poprípade sodíku. (Šimek, 1990)

Povrchová aktivita illitov je obmedzená na voľnú energiu porúch kryštalickej mriežky a na vonkajšiu bazálnu rovinu (na povrchy častíc). Schopnosť viazať vodu a hydratované katióny je pri tejto skupine väčšie než u kaolinitov, ale podstatne menšie než pri montmorillonitoch. (Šimek, 1990)



Obrázok 5: Illit (Pacanowski, 2018)

3. Stanovenie množstva ílovitých zŕn hustomernou metódou

3.1. Analýza veľkosti častíc

Stanovenie množstva ílovitých zŕn je opísané v norme ČSN EN ISO 17892-4 (november 2017), a to hustomernou a pipetovacou metódou. V tejto práci je skúmaná hustomerná metóda. Pipetová metóda je v praxi menej používaná a vo vzorkách, ktoré mi boli sprístupnené bola použitá len hustomerná skúška.

Pri analýze veľkostí častíc sa vychádza z fyzikálnych zákonitostí. Základy tejto analýzy sú položené v Stokesovom zákone.

3.2. Stokesov zákon

George Gabriel Stokes (1851) vysvetľuje rýchlosť klesania jedinej, hladkej, guľovitej častice s priemerom 0,2 až 0,002 mm vo vodnom priestore. (Šimek, 1990)

Pre tieto náležitosti platí vzťah (Šimek, 1990):

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\eta} d^2 \text{ (m/s)} \quad (3.1)$$

kde je:

- v *rýchlosť (m/s)*
- γ_s *objemová tiaž skeletu (kN/m³)*
- γ_w *objemová tiaž vody (kN/m³)*
- η *dynamiccká viskozita (Pa.s) závislá na teplote*
- d *priemer zrna (m)*

Teplota 10°C => $\eta=1,3 \cdot 10^{-3}$ Pa.s

Teplota 20°C => $\eta=1,0 \cdot 10^{-3}$ Pa.s

Pri stálej teplote platí (Šimek, 1990):

$$v = C d^2 ; d = \sqrt{\frac{v}{C}} = 0,0014; \sqrt{v} = 0,001 \sqrt{\frac{s}{t}} \quad (3.2)$$

kde je:

- v *rýchlosť (m/s)*
- C *konštanta (-) (pri teplote 20°C $\rightarrow C = 916\,667$)*
- d *priemer zrna (m)*
- s *dráha (m)*
- t *čas (s)*

3.3. Hustomer a hustomerná skúška

3.3.1. Hustomer

Hustomer musí byť fajkovitého tvaru, sklenený, pokiaľ možno bez viditeľných väd. Použité sklo musí byť chemicky odolné a zbavené pnutia. Hrdlo a banka hustomeru musí byť v priečnom reze kruhového otvoru a symetrické okolo hlavnej osi, bez náhlej zmeny v mieste kríženia. Hustomer sa musí vždy vznášať, po celej dĺžke stupnice, s maximálnym odklonom hrdla od zvislice 1,5°. Je nutné, aby stupnice a nadpisy boli jasne, nezmazateľne značené a

nesmú vykazovať žiadne zjavné nepravidelnosti v rozmiestnení dielikov. Deliace čiary stupnice musia byť po intervaloch 0,0005 g/ml a rozsah hustomeru musí byť medzi 0,9950 g/ml a 1,0300 g/ml. Hustomer musí byť nezmazateľne označený špecifickým identifikačným číslom. (ČSN EN ISO 17892-4, november 2017)

3.3.2. Princíp hustomernej skúšky

Ako prvý krok je potrebné rozmiešanie malého množstva zeminy (20 - 40 g ílu/ 50-100g piesčitej hliny) v odmernom valci s obsahom 0,001 m³. To spôsobí že, pevné častice rovnomerne rozptýlené cez celú výšku valca odpovedajú *priemeru d*, ktorý v čase *t* klesne od hladiny do *hlbky s*. Suspenzia neobsahuje v menších hĺbkach už väčšie alebo žiadne zrná priemeru *d*. Hustota suspenzie sa v priebehu sedimentácie v hĺbke *s* znižuje. (Šimek, 1990)

Ak je suspenzia sledovaná citlivým sklenených hustomerom (Casagrandeho hustomer) a ťažisko hustomeru je v správnej hĺbke pod hladinou tekutiny, potom platí vzťah medzi hustotou v úrovni ťažiska a podielom percentuálneho zastúpenia častíc *q*, ktoré sa v tejto úrovni ešte v suspenzii nachádza. (Šimek, 1990)

Pre percentuálne zastúpenie častíc *q* menšie než priemer *d* z výrazu vyššie je tu vzťah (Šimek, 1990):

$$q = \frac{(\gamma_{susp} - \gamma_w) \gamma_s V}{(\gamma_s - \gamma_w) Q} (\%) \quad (3.3)$$

kde platí:

- *q* *percentuálne zastúpenie častíc (%)*
- γ_{susp} *objemová tiaž suspenzie v čase t v úrovni ťažiska hustomeru (kN/m³)*
- γ_w *objemová tiaž (kN/m³)*
- γ_s *objemová tiaž skeletu (kN/m³)*
- *V* *objem suspenzie (V=0,001 m³)*
- *Q* *hmotnosť suchej navážky (g)*

Hustota suspenzie sa určuje po uplynutí časových rozstupov. Časové rozstupy sú: 15 a 30 sekúnd, 1, 2, 4, 8, 15, 30 minút, 1, 2, 4, 8 a 24 hodín po dokonalej homogenizácii suspenzie (cca vždy v dvojnásobnom časovom úseku od začiatku merania). Vyhodnocovanie skúšky uľahčujú diagramy alebo programy. (Šimek, 1990)

Ak obsahuje zemina väčší podiel hrubších a jemnejších zŕn, hrubšia časť prejde sitovým rozborom a jemnejšia hustomerným rozborom. Podiel jednotlivých frakcií je určovaný z celkovej hmotnosti vzorky. (Šimek, 1990) Príprava vzorky na hustomernú metódu upravuje norma ČSN EN ISO 17 892 – 4 (november 2017) (miešanie vzorky, varenie, pridávanie dispergačného činidla na rozdelenie jemných častíc).

3.3.3. Zásadné informácie o hustomernej skúške

Hustomerná analýza je používaná na meranie špecifickej hustoty suspenzie. Špecifická hustota závisí od hmotnosti častíc pôdy v suspenzii v danom čase merania.

Metóda stanovená hustomerom je správne prevedená pokiaľ (Stefano, 2010):

- pôdne častice sú pevné, guľovité a hladké
- pôdne častice majú podobnú hustotu
- vytvorená interferencia, medzi časticami a okrajovými účinkami zo stien sedimentačného valca, je zanedbateľná
- veľkosť častíc je dosť malá na to, aby bol zabezpečený indukovaný tok tekutiny v rámci režimu laminárneho prúdenia

Okrem týchto vlastností ma hustomerná metóda aj niekoľko prirodzených chýb. Tieto chyby (tabuľka 7) boli opísané v článku o prirodzených chybách pri meraní hustomerom. (Conley, 1969)

CHYBY HUSTOMERU	
	• posun
	• tvar
	• stredná diferenciálna chyba
	• geometrická chyba častíc
	• viskodynamická chyba

Tabuľka 7: Rozdelenie chýb hustomeru (Conley, 1969)

Chyba z posunu hustomeru

Uskutočnením sedimentácie vo vysokých valcoch sa zavádza posunutie kvapaliny v hustomeri. Pretože väčšina hustomerov je navrhnutá na prevádzku s viac ako 95+% ich objemu. Primárne pre banku hustomeru, úplne ponorená pod užitočným rozsahom, je posunutie objemu relatívne konštantné. (Conley, 1969)

Chyba zjednotenia tvaru hustomeru

V ideálnom prípade by mala hustomerná banka byť konštruovaná ako tenká platňa, ale praktické úvahy a materiálové vlastnosti diktujú valcovú banku. Konečná dĺžka baniek mechanicky integruje gradient hustoty pozdĺž nej. Kvôli prevádzkovým dôvodom môžeme považovať krivku veľkostí častíc ako dostatočne lineárnu v krátkych intervaloch k aritmetickému priemeru gradientu hustoty. (Conley, 1969)

Existuje tvrdenie, že práve kvôli svojmu vzhľadu hustomer nie je možné vyvážiť a teda ozajstná hĺbka nebude úplne rovnaká ako tá predpokladaná. Z toho vyplýva, že hustomerné čítanie nie je presne reprezentatívne. Presná koncentrácia je určená v hĺbke vzorky získanej pomocou pipety. Ale pretože pri veľkom množstve vzoriek je efektívnejšie používať hustomernú metódu, pipetová metóda nie je zaužívaná. (Naguib, 2012)

Rozdielna stredná hodnota hustoty

Stokesova rovnica zaistuje jedinú izolovanú časticu usadzujúcu sa v presnom strede. Analytické techniky vyžadujú veľké častice do sedimentu cez médium menších častíc, čím sa znižuje ich rýchlosť. (Conley, 1969)

Chyba v geometrii častíc

Zrovnanie je prevedené na dokonale guľovitom telese, pretože neexistuje žiadne orientačné kritérium, rotácia behom sedimentácie je nepravdepodobná a s minimálnymi dôsledkami. Prúdacie vlastnosti média sú zefektívnené a jednoduché. Najbližšia časticová hmota dosahujúca tohto ideálu je kocka. Zatiaľ čo analýza častíc ohrozuje tieto rozdiely tým, že používajú jednotky určené pre ekvivalentný guľovitý priemer alebo Stokesov guľovitý priemer. Dva obmedzenia môžu tieto zjednodušenia zrušiť. Prúdenie veľkých, hustých guľovitých častíc a vysoko asymetrické častice môžu vytvoriť turbulentné správanie (Reynoldsova konštanta toku $> 0,1$). (Conley, 1969)

Viskodynamická chyba

Najcitlivejší zo Stokesových predpisov je podmienka neobmedzeného pádu. Praktická analýza zahŕňa väčšie častice neustále pohybujúce sa v blízkosti menších častíc, ktoré menia jej flexibilitu a zefektívňujú charakter. Preto je tekutina pohybom ako výsledok väčšieho pohybu častíc a zavádza vírivé prúdy v blízkosti. Optické štúdie zo sedimentovania častíc ukazujú laminárne „prebudenie“, aby sa rozšírili smerom von aspoň tri priemery z padajúcej častice. Tvar väčšej častice bude silne ovplyvňovať účinok vírivých síl. (Conley, 1969)

Okrem základných poznatkov, o tom ako je nutné prevádzať hustomernú skúšku v laboratórnych podmienkach, je tiež nutné dbať na správnosť kalibračnej rovnice. Pri každom hustomery je nutné určiť novú odčítaciu rovnicu, inak sú výsledky nepravdivé a nie je možné ich použiť pri ďalšom vyhodnocovaní vzoriek. (Naguib, 2012)

4. Stanovenie množstva ílovitých zŕn metódou podľa Savageho

Alternatívne stanovenie množstva ílovitej frakcie popisuje na základe stanovených konzistenčných medzí. P. F. Savage (2007) v článku Vyhodnotenie možného bobtnavého potenciálu zemín. P. F. Savage je emeritný profesor a odborný konzultant univerzity Witwatersrand v Johannesburgu v Južnej Afrike.

Metódu podľa P. F. Savageho je možné analyzovať na základe spracovania väčšieho objemu dát. Pre začiatok je nutné poznať jednotlivé konzistenčné stavy, konzistenčné medze ale hlavne presný popis Savageho metódy. Ako sa spomína v kapitole 4.3, táto metóda je postavená na znalosti závislosti medzi Skemptonovou aktivitou ílu a pomerom medze tekutosti a medze plasticity pre rôzne druhy ílových minerálov. Pre Savageho metódu je tu zásadná problematika konzistenčných medzí a aktivity ílov, ktorá je priblížená v nasledujúcich kapitolách.

4.1. Konzistenčné stavy

Súdržné zeminy sú zmesi ílových, prachových a časti aj hrubých zŕn. Voľne v prírode obsahujú viazanú a voľnú vodu. Množstvo viazanej vody narastá v zemine s podielom a typom ílovitého minerálu. Fyzikálny stav súdržnej zeminy závislý na vlhkosti je tzv. konzistenčný stav (tabuľka 8). (Šimek, 1990)

KONZISTENČNÉ STAVY	
	• tvrdý
	• pevný
	• plastický - tuhý a mäkký
	• kašovitý

Tabuľka 8: Typy konzistenčných stavov (Šimek, 1990)

V poľných podmienkach rozoznávame konzistenčné stavy takto (Šimek, 1990):

- Tvrdá zemina je suchá, má svetlú farbu, chová sa ako pevné teleso, ktoré môžeme rozbíjať na ostrohranné kusy.

- Pevná zemina má nízku vlhkosť, tmavšie zafarbenie, hrudky nie sú ostrohranné, zemina je drobivá, nie je možné z nej vytvoriť valčeky s priemerom 3 mm.
- Tuho - plastická zemina sa ťažko formuje, ale vieme urobiť valčeky s priemerom 3 mm.
- Mäkkú plastickú zeminu môžeme ľahko miesiť.
- Kašovitá alebo tekutá zemina sa pri zovretí v pästi pretlačí pomedzi prsty. Následne stráca pevnosť, chová sa ako hustá, viskózna tekutina.

Konzistencie súdržných zemín ovplyvňuje ich stlačiteľnosť a pevnosť. Rozhoduje o vhodnosti zeminy ako základovej pôdy pre plošné a pilotové základy.

4.1.1. Konzistenčné medze

Prechody medzi konzistenčnými stavmi sa nazývajú *Atterbergove / konzistenční medze* podľa nórskeho odborníka Alberta Atterberga (1911), ktorý ako prvý použil toto charakterizovanie zemín.

Hranicu medzi tvrdým a pevným stavom tvorí tzv. *medza zmršťovania* w_s , ktorá odpovedá vlhkosti, pri ktorej vysušovaná zemina prestáva znižovať svoj objem alebo dĺžkový rozmer. (Šimek, 1990)

Medza tekutosti w_L odpovedá vlhkosti, pri ktorej nastáva prechod z mätko plastického do kašovitého stavu. Určuje sa pomocou :

1. Casagrandeho prístroja
2. kužeľovou skúškou

Pri prvej metóde získavame medzu tekutosti vtedy, keď sa koláčik zeminy, s vodorovným a uhladeným povrchom umiestnený v miske prístroja, rozdeleným normovým nožom na dve časti, spojí po 25 úderoch misky o podložku v dĺžke $12,5 \pm 0,5$ mm, a to pri rýchlosti dvoch úderov za sekundu. (Šimek, 1990) Pri použití kužeľa je nutné poznať jeho rozmery. Kužeľ musí byť odolný proti korózií, jeho drsnosť povrchu je menšia než $0,8 \mu\text{m}$ a povrch musí byť hladký. Hmotnosť kužeľa a drieku sa pohybuje od 60 - 80 g. Vrcholový uhol je v rozmedzí $60^\circ - 30^\circ$. Výška kužeľového hrotu je $\geq 20\text{mm}$, $\geq 30\text{mm}$. Tieto údaje boli získané z normy (ČSN EN ISO 17892-12, 2018). Pri použití kužeľa o hmotnosti 80 g

a vrcholovom uhle 30° je medza tekutosti rovná takej vlhkosti zeminy, kedy kužeľ penetruje do tejto zeminy do hĺbky 20 mm.

Hranicou medzi pevným stavom a tuho plastickým je *medza plasticity* w_p , definovaná ako vlhkosť, pri ktorej sa zemina vyvážaná na valčeky v priemere 3 mm začína rozpadávať (pozdĺžne a priečne praskat'). Podmienky upravuje norma ČSN EN ISO 17892-12 (november 2018).

Konzistenčné medze ovplyvňujú dva mechanizmy ako sú obsah a pôvod ílu. (Karakan, 2020)

Index plasticity I_p alebo číslo plasticity vyjadruje v percentách rozsah vlhkosti, v ktorej je zemina plastická.

Rozdiel medzi medzou tekutosti a medzou plasticity vyjadruje index plasticity:

$$I_p = w_L - w_p (\%) \quad (4.1)$$

kde je:

- I_p *index plasticity (%)*
- w_L *medza tekutosti (%)*
- w_p *medza plasticity (%)*

Väčšiu schopnosť viazať a udržať vodu majú práve tie zeminy, ktoré majú väčší špecifický povrch zeminy, aktívnejšie ílové minerály a výmenné kationy. Podľa týchto požiadaviek sa následne určuje ich číslo plasticity (tabuľka 9). (Šimek, 1990)

I_p (%)	NÁZOV ZEMINY
<1	Piesčité zeminy
1-7	Piesčité hliny
7-17	Prachovité hliny
>17	Ílovité hliny a íly

Tabuľka 9: Rozdelenie zemín podľa indexu plasticity (Šimek, 1990)

4.2. Aktivita ílov

Aktivita ílov charakterizuje schopnosť ílovej zložky v zemine viazať vodu. Skempton opísal, že aktivita ílov je určená podielom indexu plasticity I_p (%) a percentuálneho podielu ílového zrna ($d < 0,002$ mm). Ďalej hovorí, že íly s rovnakým mineralogickým zložením, pôvodom a geologickou minulosťou majú rovnakú aktivitu. (Šimek, 1990)

Skempton (1953) skombinoval Atterbergove limity a obsah ílu do jedného parametru a vytvoril tzv. „Activity Ratio“, čiže aktivitu ílu, ktorá je definovaná vzťahom (4.2).

4.3. Savageho metóda

P. F. Savage (2007) svoju metódu vytvoril na základe znalostí hodnôt konzistenčných medzí a aktivity troch hlavných ílových minerálov - montmorillonitu, illitu a kaolinitu.

1. Aktivita ílu - Skemptonova práca (1953)

Je to aktivita ílových minerálov (Savage, 2007):

$$Act = \frac{I_p}{c} (-) \quad (4.2)$$

kde je:

- | | |
|---------|--------------------------------------|
| - Act | <i>aktivita ílov (-)</i> |
| - I_p | <i>index plasticity (%)</i> |
| - c | <i>množstvo ílovitej frakcie (%)</i> |

Hodnoty získané z článku (Savage, 2007) troch hlavných ílových minerálov sú uvedené v tabuľke 10.

MINERÁL	AKTIVITA
Sodný montmorillonit	7,2
Illit	0,9
Kaolinit	0,38

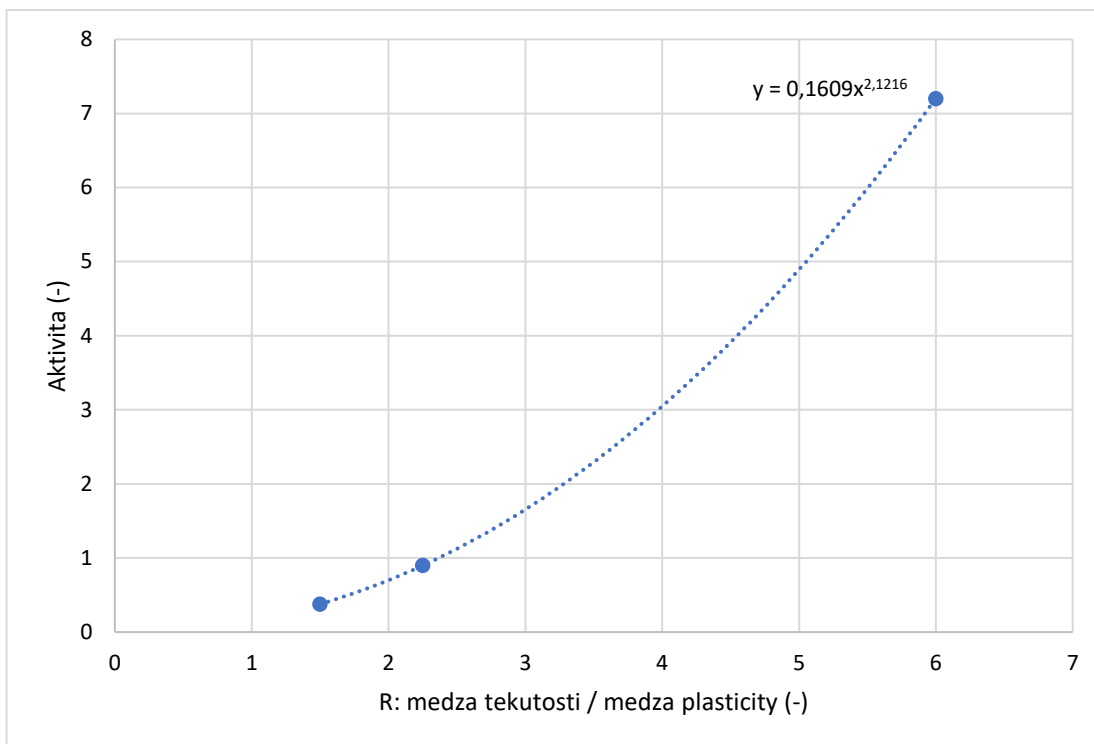
Tabuľka 10: Hodnoty aktivity ílovitých minerálov (Savage, 2007)

2. Koeficient plasticity (plasticity ratio) R , je podiel medzi tekutosti a medzi plasticity. Koeficient je v tabuľke 11 vyznačený zelenou farbou (je označený LL/PL tj. liquid limit / plastic limit = medza tekutosti / medza plasticity). Tabuľka znázorňuje hodnoty koeficientov plasticity rôznych druhov montmorillonitických, illitických a kaolinitických minerálov. Priemerné, zaokrúhlené hodnoty koeficientu plasticity sú v tabuľke 11 zaznačený modrou farbou.

Clay Mineral	Ions:	Na	K	Ca	Mg	Fe	Average	SAY
Mont-morillonite	LL/PI	1.09	1.17	1.19	1.17	1.34	1.19	:
	PI/PL	12	5.73	5.30	5.90	2.86	4.96	
	LL/PL	13,1	6,10	6,30	6,90	3,83	5,9	6.0*
Illite	LL/PI	1.79	2.00	1.82	1.73	2.24	1.91	
	PI/PL	1.26	1.00	1.22	1.20	1.00	1.15	
	LL/PL	2.26	2.00	2,22	2,08	2,24	2,16	2,25*
Kaolinite	LL/PI	2.52	2.45	3.45	2.35	2.63	2.68	
	PI/PL	0.65	0.68	0.40	0.74	0.59	0.61	
	LL/PL	1,64	1,67	1,38	1,74	1,55	1,59	1,50*

Tabuľka 11: Hodnoty pomeru plasticity (R) ílovitých minerálov (Savage, 2007); LL medza tekutosti, PL medza plasticity, PI index plasticity

Savage (2007) zistil, že medzi hodnotami aktivity Act kaolinitu, illitu a montmorillonitu a ich koeficientom plasticity R (w_L/w_P) je mocninná závislosť (obrázok 6).



Obrázok 6: Mocninová závislosť medzi koeficientom plasticity R a aktivitou ílu (Savage, 2007)

Poznámka: Pri vytvorení závislosti podľa Savageho v Microsoft excel rovnica pre danú závislosť nebola presne $y = 0,16x^{2,13}$. Vznikla tu rovnica $y = 0,1609x^{2,1216}$. Preto bola použitá iná rovnica, ako tá ktorú uvádza Savage.

Závislosť je daná vzťahom :

$$Act = 0,16R^{2,12} \quad (4.3)$$

kde je:

Act *aktivita ílov (-)*

R *koeficient plasticity (-)*

Pokiaľ dosadíme do vzťahu $Act = \frac{I_p}{c}$ za aktivitu Savageho rovnicu $Act = 0,16R^{2,12}$ a vyjadríme množstvo ílovitej frakcie c_{Savage} , získame vzťah

$$c_{Savage} = \frac{I_p}{0,16 \cdot R^{2,12}} (\%) \quad (4.4a)$$

Poznámka: Pre odlíšenie množstva ílovitej frakcie stanovenej Savageho metódou od množstva ílovitej frakcie stanovenej štandardne, je pridaný k symbolu c index *Savage*.

Po úprave:

$$c_{Savage} = I_p * 6,25 * R^{-2,12} \quad (\%) \quad (4.4b)$$

kde je :

c_{Savage} *množstvo ílovitej frakcie získané metódou podľa Savageho (%)*

I_p *index plasticity (%)*

R *koeficient plasticity (-)*

Skúšky na medzi tekutosti w_L a medzi plasticity w_P sa prevádzajú na zeminách iba so zrnami $< 0,425$ mm, to znamená, že pred skúškou sa všetky zrná $> 0,425$ zo zeminy oddelia. Túto skutočnosť je treba vo výpočte ílovitej frakcie zohľadniť, a to prostredníctvom vzťahu (Savage, 2007):

$$P_g = I_p * P_{425} \quad (\%) \quad (4.4c)$$

kde platí že:

- P_g *opravený index plasticity (%)*
- I_p *index plasticity (%)*
- P_{425} *množstvo frakcie pod 0,425mm (-)*

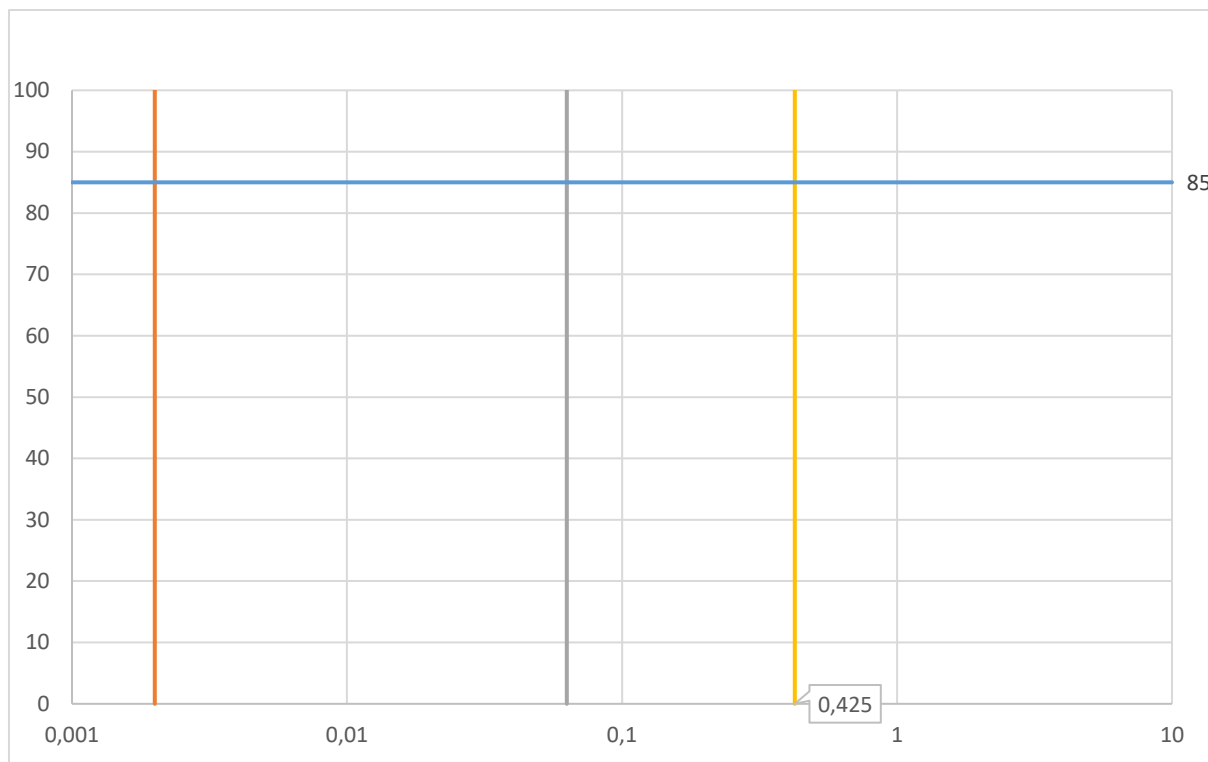
Po dosadení celkovej zeminy do vzorca vznikne vzťah (Savage, 2007):

$$c_{Savage} = 6,25 * P_g * R^{-2,12} \quad (\%) \quad (4.4d)$$

kde sa nachádza:

- c_{Savage} *množstvo ílovitej frakcie získané metódou podľa Savageho (%)*
- P_g *opravený index plasticity (%)*
- R *koeficient plasticity (-)*

Obrázok 7 bol použitý na odčítavanie zo zemín, kde bolo 85% zrn menších než 0,425 mm.



Obrázok 7: Diagram na odčítanie 85% zŕn < 0,425 mm

5. Praktická časť

Množstvo ílovej frakcie bolo stanovené hustomernou a Savageho metódou na dvoch skupinách vzoriek zemín (dát). Prvé spracované dáta boli prevzaté z článku o Mohajerinovej metóde (Hrubešová, 2020). Bolo to 6 zmesí piesku a kaolínu. Ďalšie údaje boli vyňaté z geotechnického prieskumu (Podrobný geotechnický průzkum, 1997), (Protokol o laboratorních zkouškách, 2014), ktorý bol prevedený za účelom prieskumu lokality Lovosice-Řehlovice a Dobkovičky.

Pri všetkých vzorkách zemín bolo treba poznať:

- percentuálne zastúpenie ílovitej frakcie stanovené hustomernou skúškou c (%)
- vlhkosť na medzi plasticity w_p (%) a vlhkosť na medzi tekutosti w_L (%)
- percentuálne zastúpenie $z_{fn} < 0,425$ mm P_{425} (%)

Všetky údaje sú uvedené do príloh A,B,C,D vo forme tabuliek. Z článku o Mohajerinovej metóde bolo vybratých celkovo 6 zmesí. Z lokality Lovosice-Řehlovice a Dobkovičky bolo vybratých 197 vzoriek zemín.

Po výslednom vyhodnotení jednotlivých získaných údajov som vytvorila porovnanie metódy založenej na získavaní množstva ílovitej frakcie hustomernou metódou, ktorú predpisuje norma ČSN EN 17 892 – 4 (november, 2017) a metódy na získanie množstva ílovitej frakcie vytvorenej podľa Savageho.

5.1. Analýza zmesi kaolínu s pieskom

Táto analýza sa zaoberá zmesou, v ktorej sa v rôznom percentuálnom zastúpení nachádza množstvo kaolínu a piesku (tabuľka 12). Medza tekutosti bola stanovená kužeľovou skúškou (kužeľ o hmotnosti 80 g a vrcholovom uhle 30°). Druhá stanovená medza bola medza plasticity, údaje boli získané pomocou aplikovania valčekovej skúšky.

PORADIE	KAOLÍN+PIESOK (%)	w_L (%)	w_P (%)	c_{norma} (%)
1.	30+70	23,39	13,42	18,9
2.	40+60	28,02	15,19	25,2
3.	50+50	34,16	18,44	31,5
4.	60+40	37,22	19,28	37,8
5.	70+30	42,62	21,07	44,1
6.	80+20	47,10	24,94	50,4

Tabuľka 12: Charakteristika 6 zmesí kaolínu a piesku (Hrubešová, 2020)

Všetky údaje boli získané z článku o Mohajerinovej metóde (Hrubešová, 2020). Získané údaje z článku (tabuľka 12):

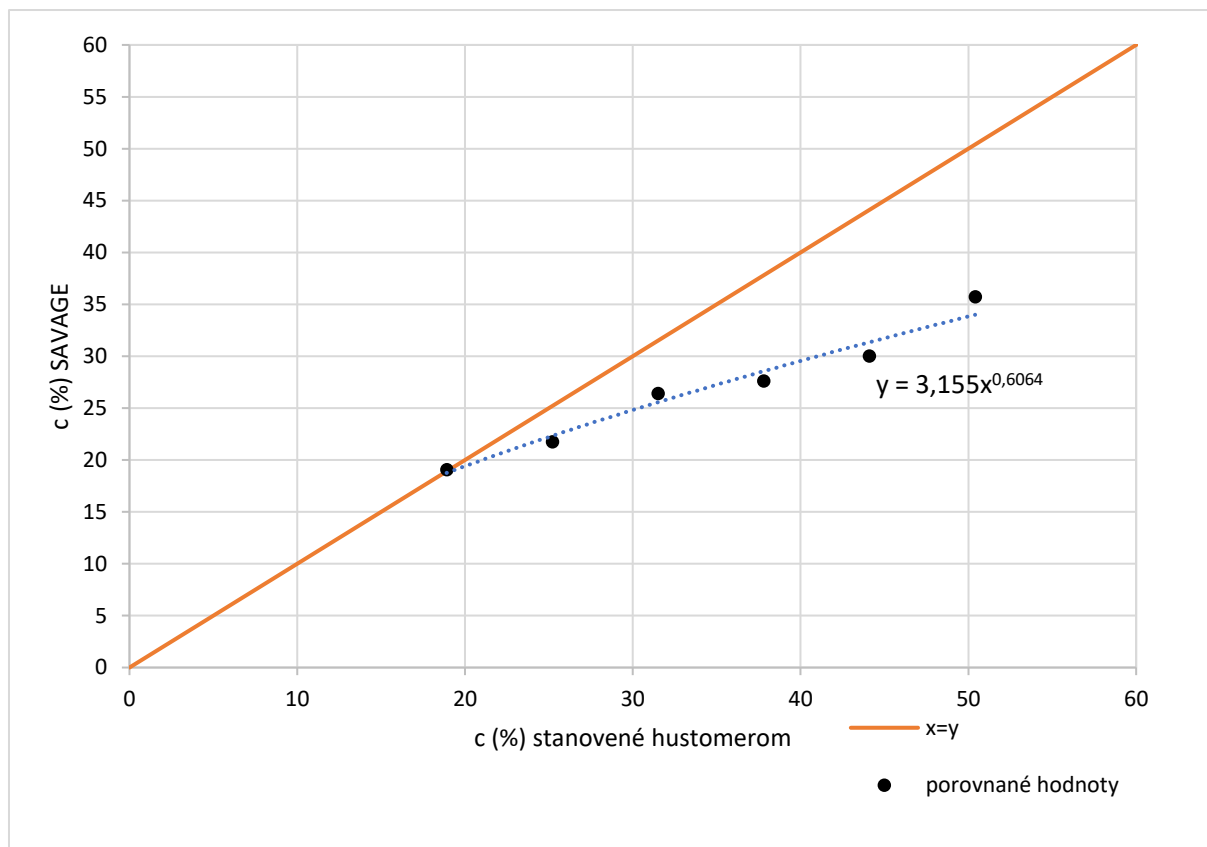
- hodnoty medze plasticity (w_P),
- hodnoty medze tekutosti (w_L),
- percentuálne množstvo ílovitej frakcie získané normovou metódou (hustomernou skúškou) (c_{norma}),
- percentuálne množstvo mletého sušeného kaolínu (obsahuje: kaolinit, kremeň a sľudovité minerály) a piesku (obsahuje zrná $< 0,5$ mm)

Po odčítaní hodnôt som previedla výpočet množstva ílovitej frakcie metódou podľa Savageho c_{Savage} . Najprv som získala tzv. koeficient plasticity R , vypočítaný ako pomer medze tekutosti a medze plasticity. Po jeho následnej úprave som sa dopracovala k výpočtu množstva ílovitej frakcie podľa Savageho c_{Savage} (tabuľka 13).

PORADIE	KAOLIN + PIESOK (%)	R (-)	c_{Savage} (%)	$c_{norma}(\%)$	c_{norma} / c_{Savage}
1.	30+70	1,74	19,08	18,9	0,99
2.	40+60	1,84	21,77	25,2	1,16
3.	50+50	1,85	26,43	31,5	1,19
4.	60+40	1,93	27,62	37,8	1,37
5.	70+30	2,02	30,04	44,1	1,47
6.	80+20	1,89	35,75	50,4	1,41

Tabuľka 13: Percentuálne zastúpenie ílovitej frakcie šiestich zmesí kaolínu a piesku stanovených normovou a Savageho metódou

Ako je možné pozorovať, v tabuľke 13 v poslednom stĺpci bol stanovený pomer množstva ílovitej frakcie stanovený normou a množstva ílovitej frakcie určený metódou podľa Savageho. Pri piatich zo šiestich vzoriek vzniká vyššia hodnota pri normovej metóde. To znamená, že množstvo ílovitej frakcie stanovené hustomernou skúškou (podľa normy) je v piatich prípadoch zo šiestich väčší než množstvo ílovitej frakcie stanovené Savageho metódou. Naskytuje sa teda možnosť skúmania jednotlivých hodnôt pomocou vytvorenia porovnávacieho grafu (obrázok 8).



Obrázok 8: Diagram ukazujúci porovnanie množstva ílovitej frakcie stanovenej normovou metódou a Savageho metódou pre šesť zmesí kaolínu a piesku

Na grafe (obrázok 8) na os x bolo vynesené množstvo ílovitej frakcie stanovenej normovou metódou a na os y bolo vynesené množstvo ílovitej frakcie stanovenej metódou podľa Savageho. V tomto grafe bola spozorovaná závislosť, ktorá je vyjadrená mocninovou funkciou:

$$c_{Savage} = 3,155c_{norma}^{0,6064} \quad (5.1)$$

Z analýzy 6 zmesí kaolínu a piesku je vidieť, že čím viac ílovitej frakcie daná vzorka obsahuje, tým väčší rozdiel medzi jednotlivými metódami vzniká.

Ďalším krokom v tejto štúdii bolo overenie, či bude rovnaká závislosť zistená aj na reálnych vzorkách zemín (viď kapitola 5.2. Analýza vzoriek z lokality Lovosice - Řehlovice a Dobkovičky).

5.2. Analýza vzoriek zemín z lokality Lovosice - Řehlovice a Dobkovičky

5.2.1. Popis oblasti

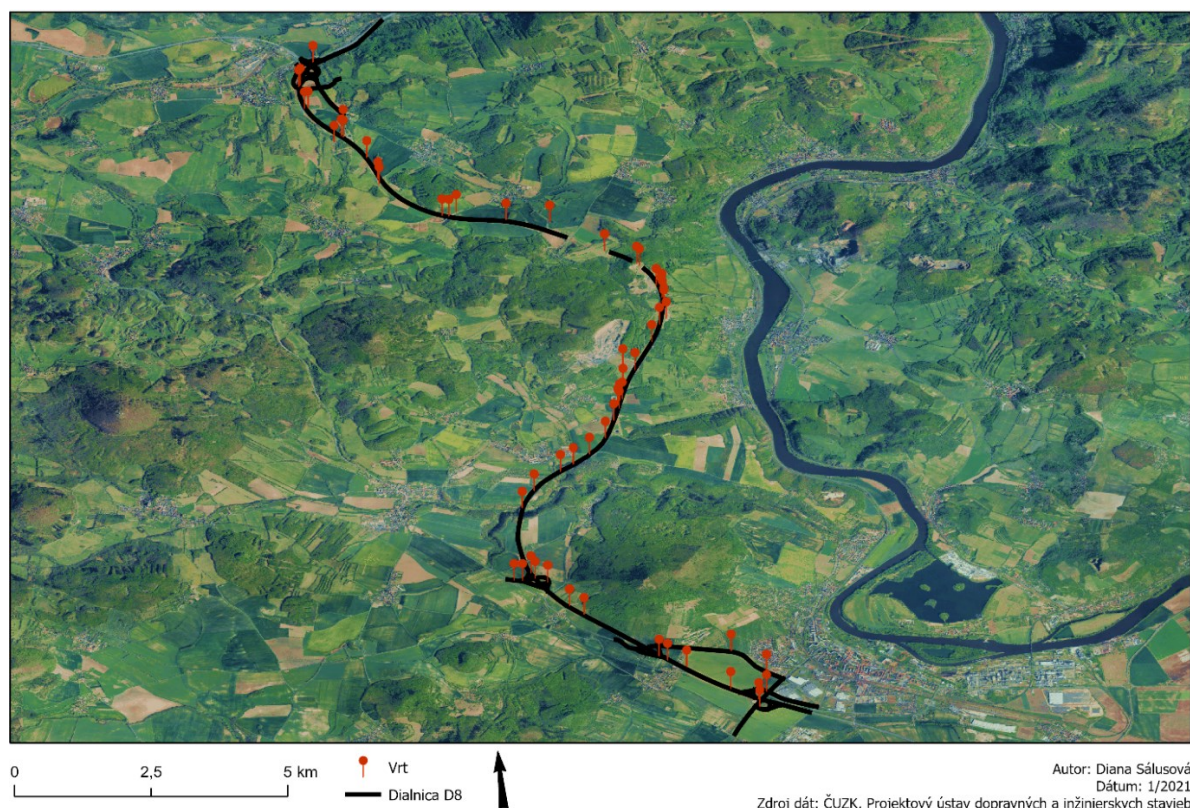
Územie, kde bol prevedený geotechnický prieskum, z ktorého boli prevzaté dáta pre túto prácu sa nachádza v Českej republike, konkrétne v Ústeckom kraji, okres Litoměřice, úsek Lovosice - Řehlovice a Dobkovičky. V tejto oblasti bola prevedená výstavba diaľnice D8. Diaľnica D8 je súčasťou Európskeho multimodálneho dopravného koridoru Berlín – Istanbul.

Veľká časť úseku sa nachádza v chránenej krajinnej oblasti Českého stredohoria, kvôli čomu bol dodržiavaný maximálne šetrný prístup k danej oblasti. Oblasť Českého stredohoria bola zaradená do chránenej krajinnej oblasti už v 70. rokoch 20. storočia. Je to druhá najväčšia oblasť o rozlohe 1063 km². (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2021)

Z mineralogického hľadiska sa v tejto oblasti nachádzajú neovulkanity. Predstavujú klasickú oblasť, pokiaľ ide o hydrotermálne minerály a minerály vo vyvretých horninách, kryštalujúce priamo z chladnúcej magmy. (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2021)

Typickým prvkom tejto oblasti je výskyt eutrofnej kambizeme (hnedej pôdy) a jej kombináciou s pelozemami (slieňové pôdy) zo svahov a slieňov. Juhozápadná časť Milešovského stredohoria sa vyznačuje kombináciou pelických čiernozemí, sprašových čiernozemí a kambizemami. Okrajovo sú tiež zastúpené pôdy na fluvialných terasách bez hlbších eolických presahmi v susedstve Tereziánskej kotliny (štrkopiesky a ostrovy viatych pieskov), čiernozeme zo sprašov, hnedozeme a ilimerizované pôdy. (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2021)

Zo získaných údajov z popisu geológov bolo zistené, že vo väčšine vzoriek zemín sa nachádza: íl, tuf, bazalt, slieňovec, hlina, piesok, suť. Okrem typu zemín bolo častokrát opisované deluvium (Podrobný geotechnický průzkum, 1997) (Protokol o laboratorních zkouškách, 2014). Deluvium je oblasť, kde sa nachádzajú hlbšie svahované sedimenty vzniknuté premiestnením zvetralinového plášťa vplyvom gravitačných síl. Svahové zvetraniny majú veľmi odlišnú zrnitosťnú skladbu (ílovité, hlinité, piesčité frakcie), ktorá je výsledkom činnosti dažďu. Z vyšších polôh sa jemnejšie produkty zvetrávania sústavne splavujú, takže zvetralinový plášť sa stáva plytký a silno skeletovitý. Naopak v nižších polohách a zvlášť pri úpätí svahov sa tvorí mocná a vlhčí podsvahové deluvia, k čomu prispievajú aj pozvoľné svahové pohyby. (Mezi stromy, 2021)



Obrázok 9: Vyznačenie vrtov z oblasti Lovosice - Řehlovice

Lovosice - Řehlovice

Obec Lovosice sa nachádza v okrese Litoměřice v Ústeckom kraji. Je to odberné miesto vzoriek, ktoré boli neskôr spracované v laboratórnych podmienkach v Prahe. Vrt, z ktorých vzorky pochádzajú sú vyznačené na obrázku 9. Zo získaných údajov „Projektový ústav dopravných a inžinierskych stavieb“ vytvoril geotechnické správy, ktoré boli uložené v Geofonde ČR, časť geologická preskúmanosť. Odber vzoriek a jeho následné spracovanie bolo vytvorené v rokoch 1997-2001.

Dobkovičky

Názov druhej obce je Dobkovičky, časť obce Velemín. Nachádza sa v okrese Litoměřice v Ústeckom kraji. Na tomto mieste boli taktiež prevedené odbery vzoriek na následné vyhodnotenie v laboratórnych podmienkach. Spracovanie prebiehalo v roku 2014.

5.2.2. Zhromaždenie údajov

Pre potreby tejto práce boli z dvoch správ o geotechnickom prieskume (Podrobný geotechnický průzkum, 1997) a (Protokol o laboratorních zkouškách, 2014) vybraté hodnoty, ktoré sú uvedené v tabuľke 14. Konkrétne údaje (okrem súradníc vrtov) pre všetkých 197 zemín sú uvedené v prílohách A, B, a C.

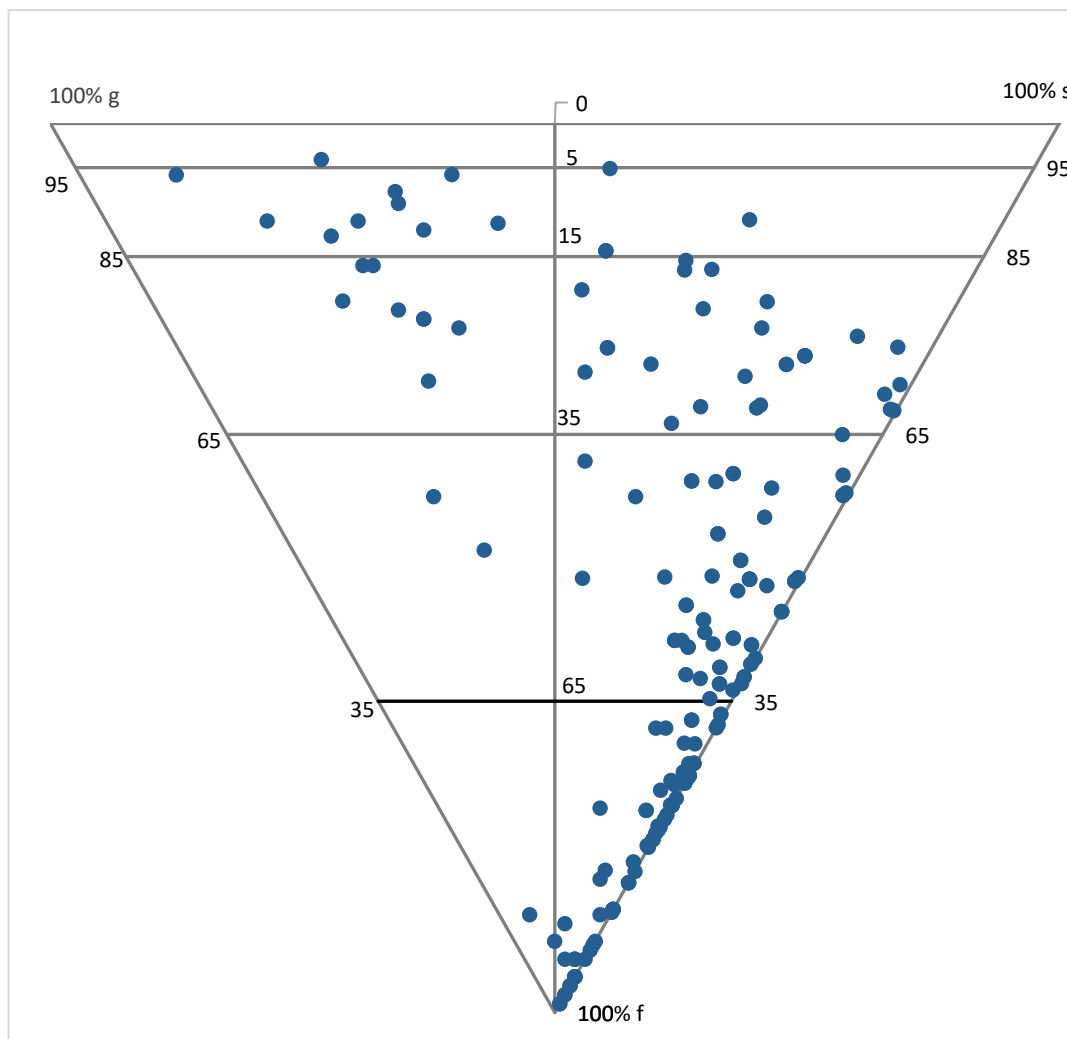
<ul style="list-style-type: none"> index plasticity (I_p)
<ul style="list-style-type: none"> medza tekutosti (w_L)
<ul style="list-style-type: none"> medza plasticity (w_p)
<ul style="list-style-type: none"> percentuálne zastúpenie zrnitostných frakcií (vrátane ílovitej frakcie)
<ul style="list-style-type: none"> hĺbka odberu vzorky vo vrte
<ul style="list-style-type: none"> súradnice vrtov z oblasti Lovosice-Řehlovice (obrázok 9)
<ul style="list-style-type: none"> názov vrtu
<ul style="list-style-type: none"> popis zeminy v danej hĺbke

Tabuľka 14: Údaje získané z geotechnických prieskumov

Tieto údaje boli následne spracovávané pomocou programu Microsoft Excel. Na základe zozbieraných údajov som vytvorila diagramy. Tieto grafy mi poslúžili na zosumarizovanie daných údajov a porovnanie metód, ktorými sa určuje množstvo ílovitej frakcie v zemine. Porovnávala som tradičnú metódu (normovú metódu) určovania množstva ílovitej frakcie a metódu podľa P.F. Savageho.

5.2.3. Zobrazenie zemín v trojuholníkovom diagrame

Na základe geotechnického prieskumu, ktorý bol sprístupnený, som vybrala potrebné údaje pre vynesenie zemín do trojuholníkového diagramu (obrázok 10). Trojuholníkový diagram pomáha pri zatriedení zemín so zrnami do 60 mm podľa ČSN P 731005 (december, 2016). Do trojuholníkového diagramu je každý bod, ktorý reprezentuje jednu zeminu, vynesný pomocou percentuálneho zastúpenia piesčitej frakcie (na pravej strane - s), štrkovitej frakcie (na ľavej strane - g) a pomocou jemnozrnných častíc (v strede - f).



Obrázok 10: Trojuholníkový diagram so vzorkami zemín z oblasti Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky

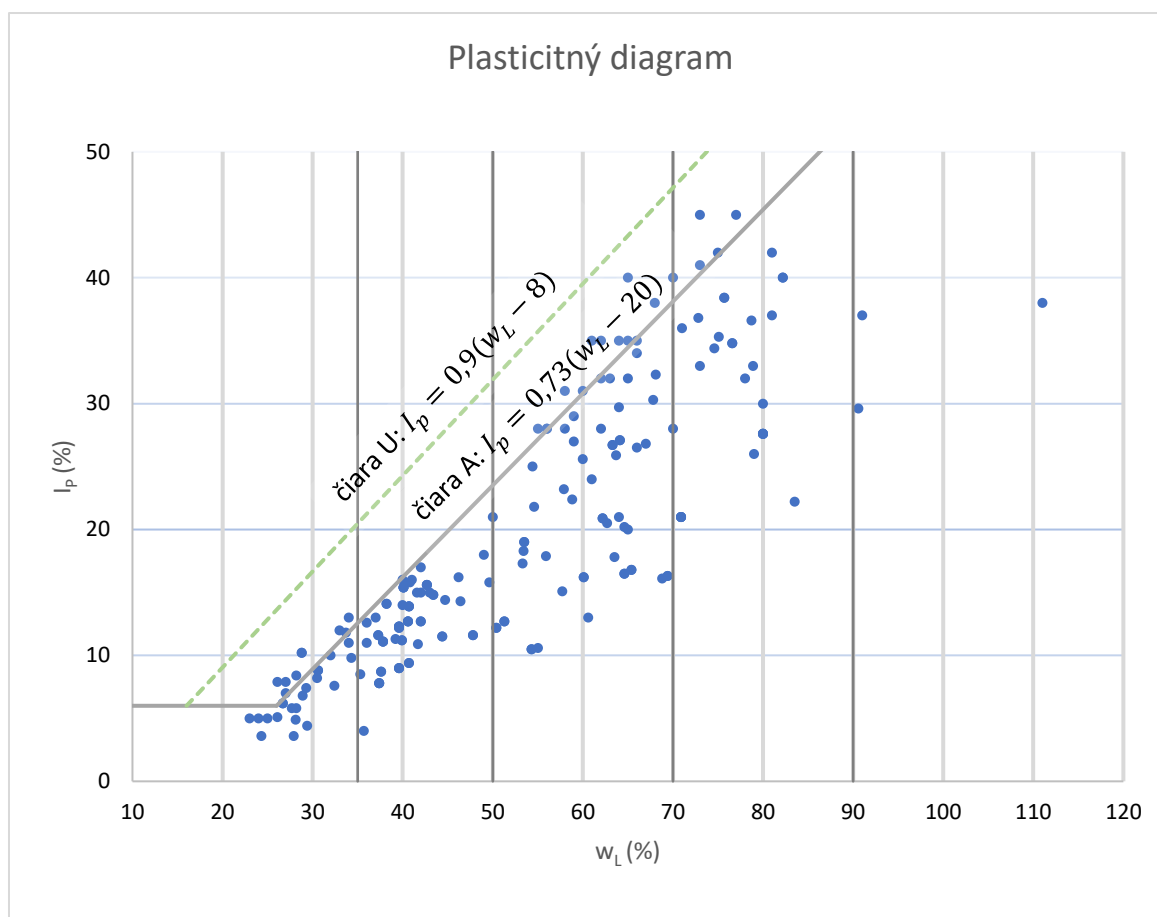
V tabuľke 15 je uvedené rozdelenie podľa percentuálneho zastúpenia v jednotlivých frakciách. Presné údaje sú uvedené v prílohe C.

PERCENTUÁLNE VYJADRENIE FRAKCII	MNOŽSTVO VZORIEK		
	jemnozrnné častice (f)	piesok (s)	štrk (g)
0 – 15 %	14	36	154
15 - 35 %	37	76	20
35 – 65 %	64	78	19
65 - 100 %	82	7	4

Tabuľka 15: Rozdelenie vzoriek podľa percentuálneho množstva z oblasti Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky

5.2.4. Hodnoty konzistenčných medzí

Na základe údajov z geotechnického prieskumu boli vynesené pri všetkých vzorkách zemín hodnoty (príloha C) medze tekutosti w_L a indexu plasticity I_p do Casagrandeho plasticitného diagramu (obrázok 11). Medza plasticity medza tekutosti a index plasticity v oblasti Lovosice - Řehlovice boli vytvorené podľa (dnes už neplatných) noriem ČSN 72 1013 (júl 1968) a ČSN 72 1014 (júl 1968). ČSN 72 1013 (júl 1968) bola zameraná na laboratórnu skúšku medze plasticity zemín. ČSN 72 1014 (júl 1968) bola vytvorená pre spracovanie laboratórnych skúšok medze tekutosti zemín. Dnes sú tieto normy nahradené normou ČSN EN ISO 17 892 – 12 (november 2018). V druhej oblasti Dobkovičky boli skúšky vytvorené normou ČSN CEN ISO 17 892 -12 (apríl 2005). Taktiež bola nahradená novou normou ČSN EN ISO 17 892 – 12 (november 2018).



Obrázok 11: Casagrandeho plasticitný diagram so zeminami z oblasti Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky (modré body)

V Casagrandeho plasticitnom diagramu (obrázok 11) je možné vidieť čiaru U, ktorá je položená na rovnici:

$$I_p = 0,9(w_L - 8) \quad (5.2)$$

a čiaru A, ktorá je postavená na vzťahu:

$$I_p = 0,73(w_L - 20) \quad (5.3)$$

kde je :

- I_p index plasticity (%)
- w_L medza tekutosti (%)

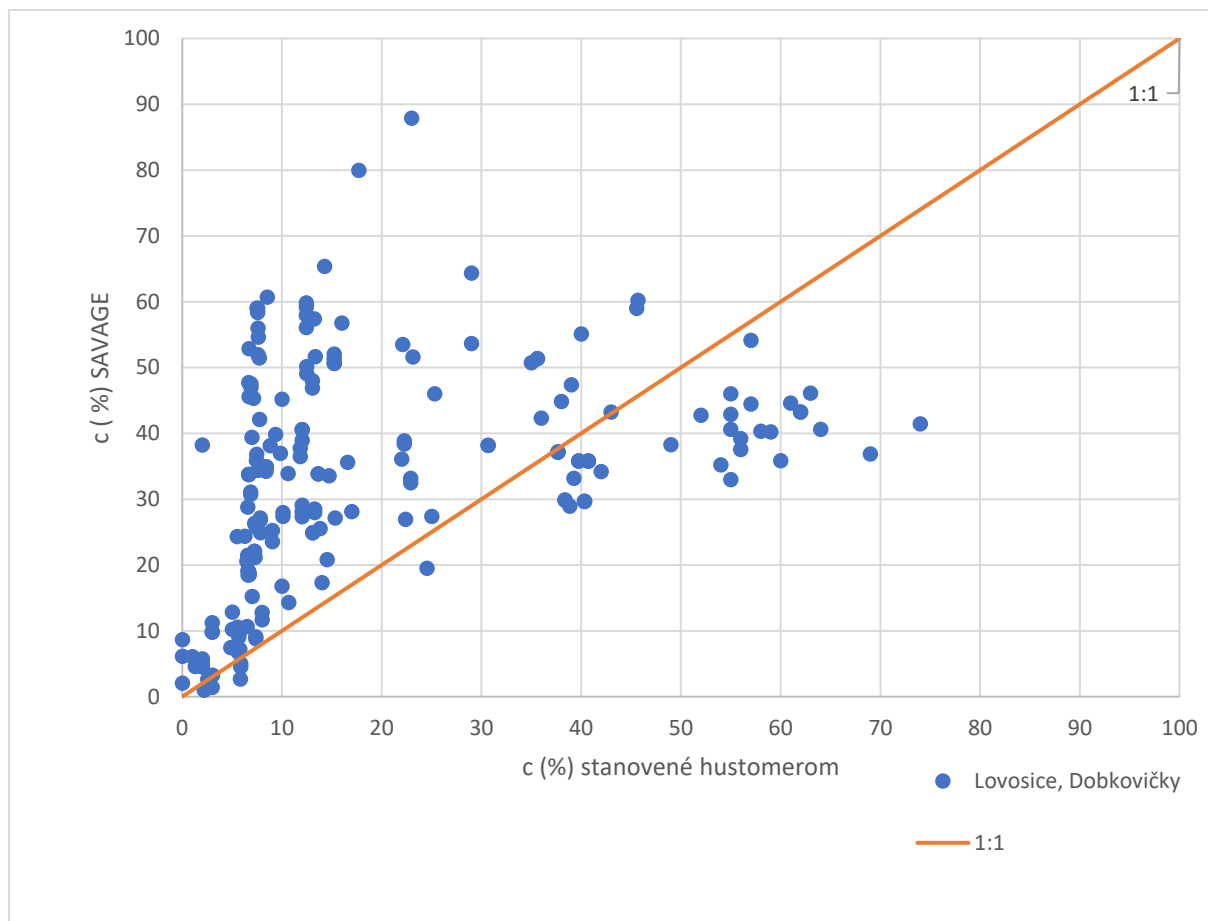
Čiara A rozdeľuje graf na íly a hlíny. Nad čiarou A sa nachádzajú zeminy ílovité a pod čiarou sú zeminy hlinité. Na grafe je ukázané, že 22 zemín je nad čiarou A, zvyšok zemín pod čiarou A. Čiara U bola Casagrandem stanovená experimentálna a pokiaľ sa vzorka zeminy so súradnicami w_L , I_p dostane nad túto čiaru, Casagrande doporučuje skúšku pre stanovenie konzistenčných medzí opakovať.

5.2.5. Množstvo ílovitej frakcie stanovené hustomernou a Savageho metódou

Pri všetkých 197 vzorkách zemín z oblasti Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky bolo známe percentuálne zastúpenie ílovitej frakcie c (%), ktoré bolo získané hustomernou skúškou. Tabuľka s týmito údajmi je v prílohe C.

Množstvo ílovitej frakcie stanovené Savageho metódou c_{Savage} (%) bolo dopočítané pomocou metodiky popísané v kapitole 4.3 Savageho metóda. Tabuľka s výslednými údajmi pre všetky 197 zemín je v prílohe D.

Percentuálne zastúpenie ílovitej frakcie stanovené oboma metódami, ktoré čitateľ nájde v grafickej prílohe spracované tabelárne, boli následne použité na vytvorenie porovnávacieho grafu (obrázok 12).



Obrázok 12: Porovnávaci diagram hustomernej metódy a metódy stanovenej podľa P.F. Savageho z oblastí Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky

Os x tvorí množstvo ílovitej frakcie stanovené metódou podľa normy (hustomernou skúškou) a os y tvorí množstvo ílovitej frakcie určené metódou podľa Savageho. Z grafu je možné odčítať, že len niektoré údaje sa približujú čo najviac ku krivke. Po vytvorení pomeru c_{norma} / c_{Savage} zo 197 údajov (uvedeného v tabuľke v prílohe D) je možné získať informáciu že:

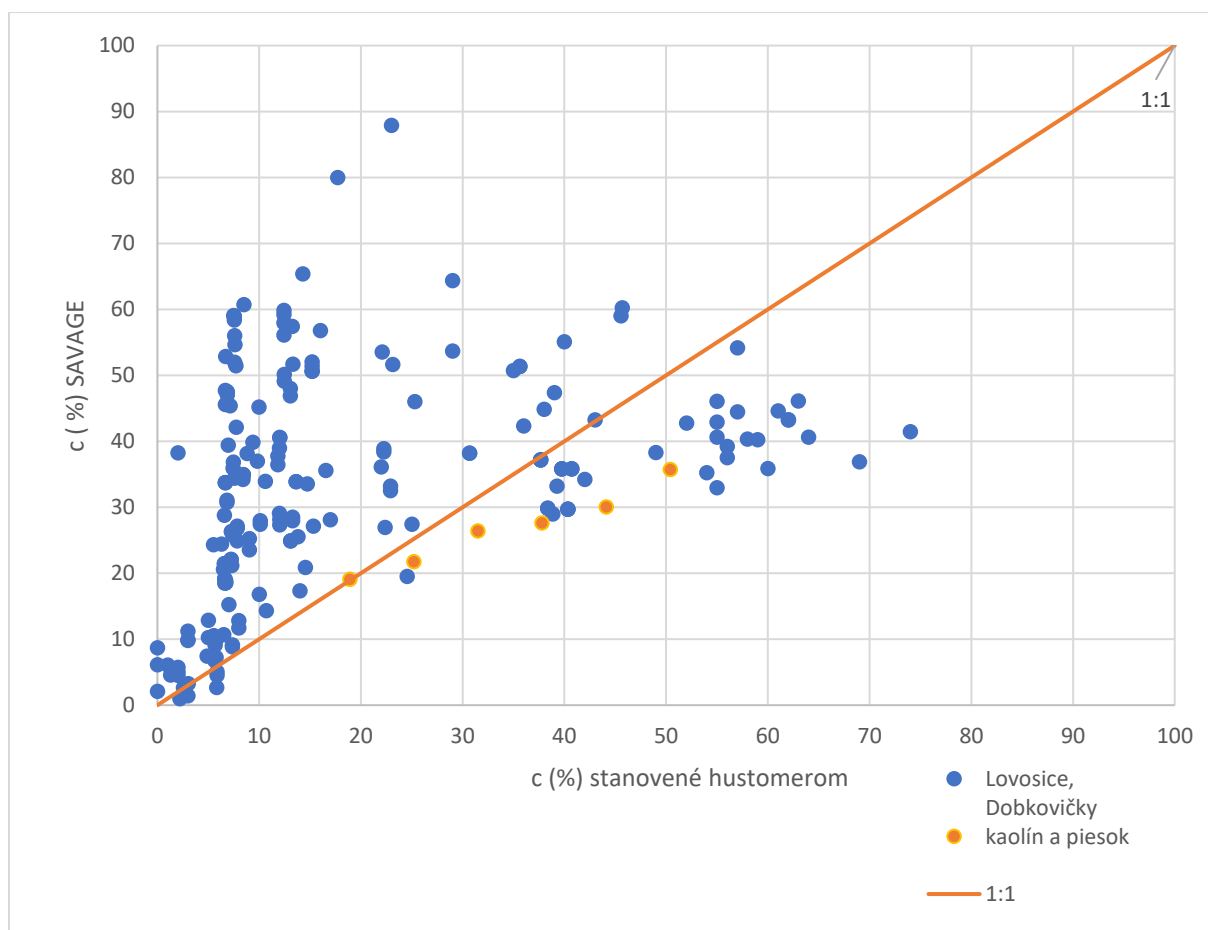
- 27 porovnávaných hodnôt sa nachádza v rozmedzí 80-120 % (obrázok 12)
- 31 porovnávaných hodnôt je nad 120 %
- 139 porovnávaných je menších než 80 %

Pokiaľ by bol tolerovaný 20% odklon od zhody vo výsledkoch medzi použitými metódami, potom by túto podmienku splnilo len 27. Ostatné vzorky (tj. zemín, tj. 86,3% zo

všetkých skúmaných zemín) podmienku nespĺňajú. Zo získaných informácií bolo zistené že, skúmaná metóda nie je vhodná pre daný typ vzoriek z oblasti Lovosice-Řehlovice a Dobkovičky.

5.3. Porovnanie skúmaných metód

Získané hodnoty z oboch analýz som položila do grafu (obrázok 13) pre porovnanie klasickej metódy zisťovania ílovitej frakcie podľa normy a metódy získanej podľa Savageho. Z grafu je zrejmé, že nie je možné získať informácie o prípadnej závislosti medzi údajmi.



Obrázok 13: Porovnávací diagram vzoriek stanovených hustomerou metódou a metódou stanovenou podľa P.F. Savageho

Diagram v obrázku 13 je preložený oranžovou priamkou, kde $x = y$. Na osi x sa nachádzajú body s hodnotami určenými množstvom ílovitej frakcie podľa normy. Na osi y sú viditeľné body s množstvom ílovitej frakcie určené metódou podľa Savageho.

Je tu pravdepodobnosť, že tieto výsledky mohlo negatívne ovplyvniť viacero faktorov. Faktory sú rozdelené podľa vzorky (tabuľka 16) a hustomeru (tabuľka 17).

ROZDELENIE PODĽA FAKTORU - VZORKY	
hĺbka odberných miest	
zloženie zeminy v danej oblasti	
správne spracovanie vzoriek	
množstvo skúmanej vzorky (množstvo skúmanej vzorky by sa malo pohybovať od 25 až 30 g)	

Tabuľka 16: Rozdelenie podľa faktoru - vzorky

ROZDELENIE PODĽA FAKTORU - HUSTOMER	
typ hustomeru	
nesprávne kalibrovaný prístroj	
správny čas odčítania vzoriek z hustomeru	
chyba v odčítaní zo stupnice	

Tabuľka 17: Rozdelenie podľa faktoru - hustomer

Faktor - vzorky

Hĺbka odberných miest určuje percentuálne množstvo jednotlivých frakcií. Okrem toho určuje hodnoty Atterbergových medzí, ale aj ostatné indexové vlastnosti. Je predpokladané, že v jednotlivých hĺbkach sú rozdielne vlastnosti zemín.

Zloženie zeminy nie je v každej oblasti rovnaké. Vždy záleží na geologickej perióde, z ktorej pôda pochádza. Preto je vždy nutné poznať geológiu okolia.

Správne spracovanie vzoriek znamená, že je dôležité aby spracovávateľ laboratórnych skúšok poznal postup. Z toho vyplýva, že má naštudované jednotlivé normy, príslušné k daným skúškam. Laboratórium musí tiež spĺňať podmienky ako je teplota okolia, vlhkosť a iné.

Množstvo skúmanej vzorky je dané vždy normou. Je treba dopredu vedieť o akú laboratórnu skúšku pôjde a koľko laboratórnych skúšok je nutné vytvoriť. Množstvo vzorky použitej pri skúške sa zapisuje do jednotlivých protokolov, ktoré sú následne uvedené ako príloha vo výslednej správe.

Faktor - hustomer

Typ hustomeru vieme určiť podľa názvu. Každý typ by mal mať vypísané svoje rozmery, aby bolo možné vytvoriť odčítaciu rovnicu.

Nesprávne kalibrovaný prístroj nie je schopný odovzdávať pravdivé výsledky z laboratórnej skúšky. Kalibrovanie je zamerané na odčítaciu rovnicu.

Správny čas odčítania vzoriek z hustomeru je daný normou. V tomto type laboratórnej skúšky norma stanovuje odčítavanie 3 krát počas prvých 5 minút. Následne je doporučený čas po 0,5 minúte, 1 minúte a 2 minútach. Okrem týchto časových rozostupov sa musia previesť minimálne 3 ďalšie odčítania. Konkrétne časové rozostupy sú opísané v kapitole 3.3.2. Princíp hustomernej skúšky.

Chyba v odčítaní zo stupnice vychádza z nesprávneho sklonu odčítavania. Osoba prevádzajúca túto skúšku by mal mať hustomer položený v takej polohe, aby na odčítavaciu rovnicu videla v správnom uhle.

6. Záver

Cieľom tejto práce bolo stanoviť množstvo ílovitej frakcie v zeminách pomocou konzistenčných medzí, k tomu bola využitá tzv. Savageho metóda (Savage, 2007). Predovšetkým bolo nutné poznať vlastnosti ílovitej frakcie, definovať v práci často používané termíny, ako je konzistenčná medza, index plasticity a aktivita ílu. Tieto informácie boli spísané v prvej časti bakalárskej práce.

V praktickej časti práce boli analyzované dve skupiny vzoriek zemín. Prvú skupinu tvorili zmesi piesku a kaolínu, druhou skupiny 197 reálnych vzoriek zemín. Hodnoty potrebné pre výpočet množstva ílovitej frakcie boli odčítané z článku o Mohajerinovej metóde (Hrubešová, 2020) a z podrobného geotechnického prieskumu vytvoreného na území Lovosice-Řehlovice a Dobkovičky (Podrobný geotechnický průzkum, 1997), (Protokol o laboratorních zkouškách, 2014). Percentuálne zastúpenie ílovitej frakcie pri oboch skupinách zemín bolo stanovené dvoma metódami – hustomernou metódou a metódou stanovenou podľa Savageho.

Prvá metóda je metóda založená na stanovení množstva ílovitej frakcie pomocou normy. Norma stanovuje hustomernú skúšku (alebo pipetovaciu metódu), ktorá vychádza zo Stokesovho zákona.

Druhá metóda (Savageho) je založená na konzistenčných medziach. Táto metóda je založená na znalosti závislosti medzi aktivitou ílu a koeficientu plasticity, ktorý je definovaný ako pomer medze tekutosti a medze plasticity.

Po vytvorení všetkých potrebných analýz som zistila, že Savageho metóda nie je vhodná pre zeminy z územie Lovosice-Řehlovice a Dobkovičky. Metódou podľa Savageho som sa nepriblížila k stanoveným hodnotám hustomernou metódou. Pri analýze zmesí kaolínu s pieskom sa vytvorilo tvrdenie, že čím menej bude ílovitej frakcie tým menšie budú rozdiely (platnosť v rozsahu ílovitej frakcie 18,9 – 50,4 %).

Toto skúmanie neprinieslo požadované výsledky. Bolo očakávané, že hodnoty sa budú približovať k normovej metóde. Táto teória sa však nepotrvdila. Je treba dodať, že metóda podľa P.F. Savageho by mohla byť správna avšak nie na typ vzoriek použitých v tejto práci.

Použitá literatúra

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: *Charakteristika oblasti* [online], 2021. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://ceskestredohori.ochranaprirody.cz/>

Arnika international [online], 2009. *Minerals*, Germany: Legkosite [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <http://arnika-inter.com/en/content/15.html>

BETTS, John, 1997. *Minerals.net* [online]. Vance County, North California: Hershel Friedman and Minerals.net [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.minerals.net/mineral/kaolinite.aspx>

CONLEY, Robert F., 1969. *Some inherent errors in hydrometer sedimentation analysis. Powder Technology*. New Jersey, USA, 1(3), 102-106. ISSN 0032-5910. Dostupné z: [doi:doi.org/10.1016/0032-5910\(69\)80061-6](https://doi.org/10.1016/0032-5910(69)80061-6)

ČSN EN ISO 17892-12, 2018. *Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin: Část 12: Stanovení meze tekutosti a meze plasticity*. 1.vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN EN ISO 17892-4, 2017. *Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin: část 4: Stanovenie zrnitosti*. 1.vydání. Praha: Úrad pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo.

ČSN EN ISO 14 688 - 1 (72 1003), 2018. *Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařídování zemin: Část 1: Pojmenování a popis*. Praha: Úřad pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo.

ČSN P 73 1005, 2016. *Inženýrskogeologický průzkum*. 1.vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN 72 1013, 1968. *Laboratorní stanovení meze plasticity zemin*. Praha: Úřad pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo. Neplatná norma.

ČSN 72 1014, 1968. *Laboratorní stanovení meze tekutosti zemin*. Praha: Úřad pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo. Neplatná norma.

HRUBEŠOVÁ E., LUŇÁČKOVÁ B., MOHYLA M., 2020. *Mohajerani method: Tool for determining the liquid limit of soils using fall cone test results with strong correlation with the Casagrande test*. Engineering Geology. (278), 8. Dostupné z: [doi:10.1016/j.enggeo.2020.105852](https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105852)

KARAKAN E., SHIMOBÉ S., SEZER A., 2020. *Effect of clay fraction and mineralogy on fall cone results of clay-sand mixtures*. (279), 19. ISSN 0013-7952. Dostupné z: [doi:10.1016/j.enggeo.2020.105887](https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105887)

Mezi stromy [online], 2021. *Mezi stromy*. Praha: Nadace dřevo pro život [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/slovník/deluvium>

NAGUIB, M. a A. BEDAIWY, 2012. *A simplified approach for determining the hydrometer's dynamic settling depth in particle-size analysis*. Catena. (97), 95-103. ISSN 0341-8162. Dostupné z: [doi:doi.org/10.1016/j.catena.2012.05.010](https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.05.010)

PACANOWSKI, P., 2018. *Lesná encyklopédia* [online]. Poľsko: Berx group [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.encyklopedialesna.pl/haslo/illit/>

Podrobný geotechnický průzkum: *Dálnice D8 - stavba 0805 (km 48.277 - 64.690), úsek Lovosice-Řehlovice*, 1997. Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb. Praha.

Protokol o laboratorních zkouškách: *D 8 - odstranění sesuvu v km 56,300-56,500+stabilizace oblasti kolem stavby D8 0805*, 2014. Laboratoř geomechaniky Dr.Janského, Praha západ.

SAVAGE, P.F., 2007. *Evaluation of possible swelling potential of soil*, in: Proceedings Of The Southern African Transport Conference (Satc 2007). Pretoria, South Africa, pp. 277-283

SKALKOVÁ, Karolína, 2014. *Anizotropie pevnosti ve stříhu neogenních jílu* [online]. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta [cit. 2021-02-22]. Diplomová práce. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/ouo9f/Diplomova_prace.pdf

SLÁMA, Jakub, 2014. *Perspektiva využití jílu s nízkou teplotou slinutí v cihlářské technologii*: Bakalárska práca [online]. Brno: VUT v Brne [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30289363.pdf>

STEFANO, C.Di, V. FERRO a S. MIRABILE, 2010. *Comparison between grain-size analyses using laser diffraction and sedimentation methods*. Biosystems engineering. Palermmo, Taliansko: Elsevier Ltd, 2(106), 205-215. ISSN ISSN 1537-5110. Dostupné z: [doi:doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2010.03.013](https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2010.03.013)

ŠIMEK, Jiří, 1990. *Mechanika zemin*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury. ISBN 80-03-00428-4.

ŠUCHA, Vladimír, 2001. *Íly v geologických procesoch*. Monografická séria. Slovenská republika: Bratislava: Univerzita Komenského. ISBN 8022315478.

WEISS, Zdeněk KUŽVART M., 2005. *Jílové minerály: jejich nanostruktura a využití*. Vyd. 1. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0868-5.

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Trojuholníkový diagram (ČSN P 73 1005, 2016)	16
Obrázok 2: Geologický proces vzniku hornín (Šucha, 2001)	19
Obrázok 3: Kaolinit (Betts, 1997)	22
Obrázok 4: Montmorillonit (Arnika international, 2009)	23
Obrázok 5: Illit (Pacanowski, 2018)	24
Obrázok 6: Mocninová závislosť medzi koeficientom plasticity R a aktivitou ílu (Savage, 2007)	35
Obrázok 7: Diagram na odčítanie 85% zrn $< 0,425$ mm.....	37
Obrázok 8: Diagram ukazujúci porovnanie množstva ílovitej frakcie stanovenej normovou metódou a Savageho metódou pre šesť zmesí kaolínu a piesku	41
Obrázok 9: Vyznačenie vrtoz z oblasti Lovosice - Řehlovice	43
Obrázok 10: Trojuholníkový diagram so vzorkami zemín z oblasti Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky	45
Obrázok 11: Casagrandeho plasticitný diagram so zeminami z oblastí Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky (modré body)	47
Obrázok 12: Porovnávací diagram hustomernej metódy a metódy stanovenej podľa P.F. Savageho z oblastí Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky	49
Obrázok 13: Porovnávací diagram vzoriek stanovených hustomernou metódou a metódou stanovenou podľa P.F. Savageho	50

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Rozdelenie čísla rôznorodosti (Šimek, 1990).....	15
Tabuľka 2: Rozdelenie čísla krivosti (Šimek, 1990).....	15
Tabuľka 3: Rozdelenie veľkosti častíc do skupín podľa ČSN P 73 1005 (november 2016) (resp. podľa ČSN EN ISO 14 688-1 (apríl 2018))	15
Tabuľka 4: Rozdelenie ílov podľa pôvodu (Sláma, 2014).....	18
Tabuľka 5: Rozdelenie ílov podľa obsahu (Sláma, 2014).....	18
Tabuľka 6: Skupiny ílových minerálov (Šucha, 2001)	21
Tabuľka 7: Rozdelenie chýb hustomeru (Conley, 1969)	28
Tabuľka 8: Typy konzistenčných stavov (Šimek, 1990).....	30
Tabuľka 9: Rozdelenie zemín podľa indexu plasticity (Šimek, 1990).....	32
Tabuľka 10: Hodnoty aktivity ílovitých minerálov (Savage, 2007)	34
Tabuľka 11: Hodnoty pomeru plasticity (R) ílovitých minerálov (Savage, 2007); LL medza tekutosti, PL medza plasticity, PI index plasticity	34
Tabuľka 12: Charakteristika 6 zmesí kaolínu a piesku (Hrubešová, 2020)	39
Tabuľka 13: Percentuálne zastúpenie ílovitej frakcie šiestich zmesí kaolínu a piesku stanovených normovou a Savageho metódou	40
Tabuľka 14: Údaje získané z geotechnických prieskumov	44
Tabuľka 15: Rozdelenie vzoriek podľa percentuálneho množstva z oblasti Lovosice – Řehlovice a Dobkovičky	46
Tabuľka 16: Rozdelenie podľa faktoru - vzorky	51
Tabuľka 17: Rozdelenie podľa faktoru - hustomer	51

Príloha A: Základné informácie oblast' Lovosice - Řehlovice

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
1	J603	9,4-9,5	ílovitá hlina vápnitá, pevná, svetlosivá, prímes: úlomky, jemne sľudnatá
2	PJ609	6,8-7,0	ílovitá hlina, pevná, hnedá, prímes: úlomky, slieňovca a bazaltu veľkosť až 20 cm, priemer 5-7 cm 40-50%
3	PJ609	10,5-10,8	slieňovec rozložený piesčitý, vápnitý, pevný, uľahlý, svetlo hnedo sivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl
4	J610	3,1-3,2	hlina sprašovitá, ílovitá, vápnitá, pevná, svetlo hnedá
5	J610	11,2-11,3	slieňovec rozložený slabo piesčitý, tuhý až pevný, hnedý, hrdzavo škvrnitý, - ílovitá hlina až íl slabo piesčitý, sľudnatý
6	J614	1,5-1,6	slieňovec rozložený piesčitý, pevný, svetlo hrdzavo hnedý, - ílovitá hlina, piesčitá s drobnými úlomkami rozloženého a zvetraného slieňovca
7	J615	7,6-7,8	slieňovec zvetraný piesčitý, pevný hnedý až hrdzavo hnedý, sľudnatý v jadre limonitizovaný, tenko doskovito vrstevnatý, úlomky rozpojitelné poklopom kladivka s polohami- piesčitej a ílovitej hliny v hĺbke 7,4-8,0m
8	PJ-625	1,0-7,0	0,7-2,4:ílovitá hlina sľudnatá, pevná, hnedá, prímes: úlomky 2,4-5,5:ílovitá hlina piesčitá, silno sľudnatá, pevná, hnedá, prímes: úlomky, -20-40% rozložené ruly veľ. do 5 cm a od hĺbky 4,0 m s úlomkami limonitizovaného, jemnozrnného pieskovca do 5 cm - deluvium 5,5-6,8: ílovitá hlina piesčitá, sľudnatá, pevná, sivohnedá, s laminami hrdzavo hnedého piesku stredne zrnitého silno sľudnatého s úlomkami pieskovca a bazaltu - deluvium 6,8-7,9: hlina piesčitá, ílovitá, sľudnatá, tuhá, hnedá až hrdzavo hnedá, s drobnými úlomkami a zrnami pieskovca. zhluky rozložené ruly - fluviálne sedimenty
t9	PJ-625	6,4-6,5	5,5-6,8: ílovitá hlina piesčitá, sľudnatá, pevná, sivohnedá, s laminami hrdzavo hnedého piesku strednezrnitého silno sľudnatého s úlomkami pieskovca a bazaltu - deluvium
10	PJ-625	9,4-9,7	9,4-9,8: rula rozložená, na piesok hlinitý, strednozrnný, silno sľudnatý, tmavo sivý, stmelený s úlomkami rozloženej ruly
11	J-629	5,4-5,6	4,8-6,1: rula rozložená sľudnatá, pevná, modrosivá, na ílovitú hlinu piesčitú
12	J-632	4,0-4,1	4-12,0: slieňovec navetraný jemnozrnný, prachovitý, pevný, sivý, tenko doskovito vrstevnatý, miestami s železitými oxidmi,

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
13	J-635	2,7-2,9	1,5-8,0: slieňovec rozložený vápnitý, silno limonitizovaný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl, pevná
14	J-638	9,0-9,2	6,5-10,3: ílovitá hlina vápnitá, pevná, hnedá svetlo hnedá, prímes: úlomky a zrná bazaltu do 5 cm, s vápnitými zhlukmi a povlakmi
15	J-639	2,3-2,5	2,0-4,6: ílovitá hlina piesčitá, slabo vápnitá, pevná, hnedá, prímes: úlomky, kusy zaobleného bazaltu veľkosti až 10-12 cm, priemer 5 cm- deluvium
16	J-641	6,6-6,75	1,0-8,8: ílovitá hlina vápnitá, pevná, hnedá, hrdzavo šmuhavaná, so zrnami bazaltu a slieňovca - deluvium
17	J-642	5,4-5,6	3,6-6,7: ílovitá hlina, pevná, hnedosivá, hrdzavo škvrnitá, prímes: úlomky, so zaoblenými bazaltmi do 10 cm, priemer 2,5-5 cm
18	J-642	14,6-14,8	14,3-15,0: ílovitá hlina, pevná, hnedá, prímes: úlomky, bazalt do 5 cm, priemer 2-3 cm-30-40% - až íl- deluvium
19	J-645	5,75- 6,0	4-14,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl s drobnými úlomkami rozloženého slieňovca
20	J-645	14,75-15,0	14,0-15,0: slieňovec zvetraný prachovitý, limonitizovaný, pevný, hnedosivý, limonitizovaný až tenko doskovitý, s povlakmi železitého oxidu- až silno zvetraný, úlomky lámateľné v ruke
21	J-649	1,2-1,4	0,6-1,7: ílovitá hlina piesčitá, pevná, tmavo sivá, hrdzavo škvrnitá, prímes: úlomky, zaobleného bazaltu až 8 cm, priemer 2-3 cm 30% - deluvium
22	J-650	3,7-3,8	1,1-8,0: slieňovec rozložený, pevný, hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl, s vápnitými žilkami a drobnými úlomkami rozloženého slieňovca
23	J-651	3,7-3,9	4,9-8,0: slieňovec rozložený, pevný, sivý, hnedo škvrnitý, - ílovitá hlina až íl so zrnami rozloženého slieňovca
24	J-653	5,3-5,45	1,9-12,0: slieňovec rozložený, tuhý až pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl s vápnitými žilkami
25	J-655	4,4-4,5	0,9-13,6: bazalt rozložený hrubozrnný, limonitizovaný, stredne uľahlý, hnedosivý, miestami hrdzavo hnedý, - hlinitý piesok s hojnými drobnými úlomkami bazaltu veľkosti až 5 cm
26	J-656	4,7-4,8	4,0-15,0: slieňovec zvetraný prachovitý, limonitizovaný, tuhý až pevný, svetlo hnedosivý, laminované vrstevnatý, s povlakmi železitého oxidu, silno zvetraný s polohami rozloženými, veľmi slabo spevnený

poradie	vrt	hlbka odberu		popis geológa
			m	
27	J-657	5,8-6,0	5,5-6,5: ílovitá hlina sprašová, vápnitá, piesčitá, pevná, okrovo hnedá, s vápnitými žilkami a povlakmi v hl.5,8-6,0 až hlinitý piesok	
28	J-657	8,3-8,5	6,3-9,5: ílovitá hlina slienitá, pevná, hnedá, miestami sivá, hrdzavo laminovaná, prímes: úlomky bazaltu do 5 cm - 20-30 %- svahová hlina - deluvium	
29	J-670	4,7-4,9	3,8-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitou, tmavo sivou, hrdzavo škvrnitou s drobnými úlomkami alternovaného tufu v ruke lámateľné, s povlakmi železa a oxidu horčíka, uľahlé	
30	J-670	7,3-7,5	3,8-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitou, tmavo sivou, hrdzavo škvrnitou s drobnými úlomkami alterovaného tufu v ruke lámateľné, s povlakmi železa a oxidu horčíka, uľahlé	
31	J-674	2,3-2,5	0,5-3,0: ílovitá hlina, mäkká, hnedá až hnedosivá, hrdzavo škvrnitá, s ojedinelými organickými zbytkami, tuhá báza	
32	J-678	9,1-9,3	5,1-9,5 tuf rozložený, na ílovitej hline, piesčitej, svetlo hnedej, svetlo šedej šmuhovanej, čiernej škvrnitej, pevnej s drobnými úlomkami a okruhliaky bazaltu	
33	J-679	13,3-13,5	9,0-15,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitou, modrofialovou, pevnou, pri báze s drobnými pevnými úlomkami tufu	
34	PJ-684	6,5-6,7	6,5-6,9: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitou, červenohnedou, pevnou s laminami hnedosivého hlinitého piesku s drobnými úlomkami tufu	
35	PJ-684	11,5-11,8	10,0-12,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hnedú, miestami fialovú, čierne šmuhovanú, pevnú	
36	J685	6,4-6,5	5,1-8,1: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, hnedú a červenohnedú, pevnú v hl.5,0-6,5m hlinitý piesok, hrubý	
37	PJ-617	0,3-2,5	0,0-0,4:hlina humózna, tuhá, hnedá, s organickými zbytkami 0,4-1,5: suť, uľahlá, hlinito kamenitá - zaoblené úlomky a kusy bazaltu veľkosti do 10 cm, priemer 5 cm 60-70% s výplňou ílovitej hliny, piesčitej s drobnými s drobnými úlomkami a zrnami bazaltu do 2cm - deluvium 2,0-2,7: suť kamenito hlinitá, uľahlá, zaoblené úlomky bazaltu do 10 cm, priemer 5-7 cm, 70-80% s výplňou ílovitej hliny, piesčitej- deluvium	
38	PJ-617	3,0-3,3	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami	
39	PJ-617	2,7-5,7	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami	
40	PJ-617	4,3-5,0	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami	

poradie	vrt	hlbka odberu (m)	popis geológa
41	PJ-617	5,8-6,0	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami
42	J-647	2,3-2,4	2,3-2,8: ílovitá hlina, pevná, svetlo sivá, s vápenatými žilkami
43	J-673	0,8-3,0	0,4-1,0: hlina humózna, ílovitá, tuhá až pevná, sivá, hrdzavo hnedo škvrnitá, s organickými zbytkami
44	J-673	6,2-6,6	2,8-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hnedú, sivo škvrnitú, pevnú
45	J- 676	7,1-7,3	3,0-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hrdzavohnedú, miestami sivá a čierne škvrnitá s drobnými úlomkami zvetraného tufu, pevná
46	J- 682	0,0-2,5	0,0-0,6: hlina humózna, tuhá, tmavo sivá, s organickými zbytkami 0,6-2,4: ílovitá hlina piesčitá, pevná, tmavo sivá, prímes: úlomky bazaltu zaoblené veľkosť 3-7 cm -40-50% a zrná bazaltu
47	J- 682	4,3-4,5	4,2-6,0: íl, pevný, svetlo sivý, tmavo sivo šmuhovaný, s uhoľným pigmentom
48	J-683	2,0-2,3	1,0-7,2: ílovitá hlina, až íl, sivý, miestami hnedý so zrnami bazaltu v hl. 2,0-3,6m- tuhý
49	HV- 659	14,6-14,8	2,5-20,6: bazalt brekciovitý, tmavo sivý, rozložený na piesok hlinitý, hrubozrnný s drobnými úlomkami zvetraného bazaltu veľkosti do 3 cm, s povlakmi CaCO ₃ a oxidov železa s hojnými kalcitovými žilkami, úlomkami lámateľnými v ruke, uľahlý až stmelený
50	HV- 659	23,0-23,20	22,0-35,5: bazalt brekciový, rozložený na piesok hlinitý, hrubozrnný, svetlo hrdzavo hnedý s drobnými úlomkami zvetraného, limonitizovaného, bazaltu, miestami až piesčitá hlina, pri báze väčšieho množstva úlomkov, uľahlý až stmelený
51	HV- 659	27,2-27,6	22,0-35,5: bazalt brekciový, rozložený na piesok hlinitý, hrubozrnný, svetlo hrdzavo hnedý s drobnými úlomkami zvetraného, limonitizovaného, bazaltu, miestami až piesčitá hlina, pri báze väčšieho množstva úlomkov, uľahlý až stmelený
52	HV- 659	33,0-34,5	22,0-35,5: bazalt brekciový, rozložený na piesok hlinitý, hrubozrnný, svetlo hrdzavo hnedý s drobnými úlomkami zvetraného, limonitizovaného, bazaltu, miestami až piesčitá hlina, pri báze väčšieho množstva úlomkov, uľahlý až stmelený
53	HV- 659	53,8-54,2	53,20-54,60: tuf modrosivý, so šupinami biotitu a povlakmi kalcitu, nezvetralý až navetraný, v úlomkoch rozpojitelných poklopom kladivka

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
54	HV- 659	56,0-57,0	54,6-57,5: tuf svetlo sivý, belavo škvrnitý so šupinami biotitu, rozložený na hlinu ílovitú, červenohnedú, pevnú, v hl. 56,0-57,0 tuf hrdzavo hnedý, zvetraný až rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú
55	HV- 660	38,0-40,0	37,60-38,40: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú s prímiesou vulkanitov, pevný 38,4-38,50: tuf červenohnedý v tenkých doskovitých úlomkoch rozpojitelné poklopom kladivka, pevný 38,50-41,50: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú belavo škvrnitú s prímiesami vulkanitov a drobnými úlomkami tufu, pevný
56	HV-660	48,0-50,0	41,7-59,0:tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú pevnú
57	HV-660	53,0-53,6	41,7-59,0:tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú pevnú
58	HV-660	57,0-59,0	41,7-59,0:tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú pevnú
59	HV-660	69,0-70,0	59,0-73,8: tuf modro sivý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, hrdzavo, miestami belavo škvrnitú, pevnú s väčším množstvom úlomkov alterovaného tufu
60	HV-660	77,0-78,0	73,8-78,20: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu s drobnými úlomkami a zrnami tufu, pevný
61	PJ-663	3,8-4,0	0,8-9,5: hlina sprašová, ílovitá, vápnitá, pevná, svetlohnedá a okrovo hnedá, miestami s vápenatými cicvármi
62	PJ-663	6,0-6,2	0,8-9,5: hlina sprašová, ílovitá, vápnitá, pevná, svetlohnedá a okrovo hnedá, miestami s vápenatými cicvármi
63	J-616	0,5-3,0	0,0-0,6: hlina humózna, tuhá až pevná, tmavosivá, s organickými zbytkami 0,6-0,9: ílovitá hlina, pevná, okrovo hnedá, sprašová, pri báze a vápnitými žilkami 0,9-4,9: ílovitá hlina, pevná, okrovo hnedá, sprašová s vápnitými žilkami a povlakmi a ojedinelými vápnitými konkréciami

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
64	PJ-617	0,3-2,5	0,0-0,4: hlina humózna, tuhá, hnedá, s organickými zvyškami 0,4-1,5: suť, uľahlá, hlinito kamenitá - zaoblené úlomky a kusy bazaltu veľkosti do 10 cm, priemer 5 cm, 60-70% s výplňou ílovitej hlíny, piesčité s drobnými úlomkami a zrnami bazaltu do 2 cm - deluvium 1,5-2,0: ílovitá hlina piesčitá, vápnitá, pevná, hrdzavo škvrnitá, s drobnými úlomkami bazaltu do 3 cm- deluvium 2,0-2,7: suť kamenito hlinitá, uľahlá, zaoblené úlomky bazaltu do 10 cm, priemer 5-7 cm, 70-80% s výplňou ílovitej hlíny, piesčité - deluvium
65	PJ-617	3,0-3,3	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitá s úlomkami
66	PJ-617	3,0-3,4	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitá s úlomkami
67	PJ-617	4,3-5,0	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitá s úlomkami
68	PJ-617	5,8-6,0	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitá s úlomkami
69	J-620	2,25-2,55	1,0-3,0: slieňovec rozložený, svetlo hnedý a hnedosivý, na ílovitú hlinu, vápnitú, pevnú
70	J-627	0,5-4,0	0,4-0,7: ílovitá hlina piesčitá, pevná, hnedá, s hojnými doštičkovými úlomkami slieňovca a vápenca do 2 cm 0,7-3,9: suť kamenito hlinitá, uľahlá, -úlomky vápenca veľkosti do 5 cm ojedinele 10 cm-80% s výplňou ílovitej hlíny, pevné-deluvium 3,9-6,0: slieňovec zvetraný sľudnatý, belavo sivý, doskovito vrstevnatý s povlakmi oxidov železa, miestami až vápenec, rozpojiteľný poklepom kladivka - kriedové sedimenty
71	J-633	3,0-3,3	1,6-3,8: slieňovec rozložený vápnitý, pevný, svetlo sivý, hrdzavo šmuhaný, ílovitá hlina až íl
72	J-646	7,4-7,55	7,1-12,0: slieňovec rozložený, pevný, hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, - ílovitá hlina až íl s drobnými úlomkami a zrná rozloženého slieňovca
73	J-646	11,85-12,0	7,1-12,0: slieňovec rozložený, pevný, hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, - ílovitá hlina až íl s drobnými úlomkami a zrná rozloženého slieňovca
74	J-647	2,3-2,4	2,3-2,8: ílovitá hlina, pevná, svetlo sivá, s vápenatými žilkami
75	J-631	3,5-3,7	3,5-4,0: rula zvetraná jemnozrnná, pevná, hnedosivá, biotit-muskovitická doskovito odlúčená, úlomky rozpojiteľné kladivkom

poradie	vrtu	hĺbka odberu m	popis geológa
76	J-676	7,1-7,3	3,0-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hrdzavohnedú, miesta šede a čierne škvrnité s drobnými úlomkami zvetraného tufu, pevný
77	J-677	0,5-4,0	1,0-5,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hrdzavohnedú, miesta šede a čierne škvrnité s drobnými úlomkami zvetraného tufu, pevný
78	J-682	0,0-2,5	0,0-0,6:hlina humózna, tuhá, tmavo sivá, s organickými zvyškami 0,6-2,4: ílovitá hlina piesčitá, pevná, tmavo sivá, prímes: úlomky bazaltu zaoblené veľkosti 3-7 cm - 40-50% a zrná bazaltu 2,4-4,2: štrk piesčitý, hlinitý, uľahlý, okruhliaky kremeňa, bazaltu veľkosti až 8 cm. priemer 2-4 cm- 60-70% s výplňou hlinitého hrubozrnného a stredne zrneného piesku s drobnými okruhliakmi
79	J-682	4,3-4,5	4,2-6,0: íl, pevný, svetlo sivý, tmavo sivo šmuhovaný, s uhoľným pigmentom
80	HV-660	38,0-40,0	37,6-38,4: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú, s prímesami vulkanitov, pevnú 38,4-38,5: tuf červenohnedý v tenko doskovitých úlomkoch rozpojiteľnej poklepom kladivkom, pevný 38,5-41,50: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú,
81	HV-660	48,0-50,0	41,7-59,00: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú s prímesou vulkanitov a drobnými úlomkami tufu, pevný
82	HV-660	53,0-53,6	41,7-59,00: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú s prímesou vulkanitov a drobnými úlomkami tufu, pevný
83	HV-660	57,0-59,0	41,7-59,00: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, belavo škvrnitú s prímesou vulkanitov a drobnými úlomkami tufu, pevný
84	HV-660	69,0-70,0	59,00-73,8: tuf modro sivý, rozložený na ílovitú hlinu, piesčitú, hrdzavú, miestami belavo škvrnitú, pevnú
85	HV-660	77,0-78,0	73,8-78,20: tuf červenohnedý, rozložený na ílovitú hlinu s drobnými úlomkami a zrnami tufu, pevný
86	J-605	3,2-3,5	4,1-7,0: ílovitá hlina piesčitá, vápnitá, pevná, svetlo sivo hnedá, prímes: úlomky, s drobnými zrnami bazaltu a slieňovca, s ojedinelými kusmi bazaltu, slieňovce a drobnými veľkosť až 15 cm v hl. 6,5-6,7 m hlinitý piesok
87	J-605	6,5-6,7	4,1-7,0: ílovitá hlina piesčitá, vápnitá, pevná, svetlo sivo hnedá, prímes: úlomky, s drobnými zrnami bazaltu a slieňovca, s ojedinelými kusmi bazaltu, slieňovce a drobnými veľkosť až 15 cm v hl. 6,5-6,7 m hlinitý piesok

poradie	vrt	hĺbka odberu		popis geológa
		(m)		
88	J-606	5,5-5,7	5,3-6,5: slieňovec rozložený piesčitý, pevný, svetlo hnedý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina, piesčitá, s drobnými úlomkami a zrnami slieňovca	
89	PJ-609	6,8-7,0	6,0-10,0: ílovitá hlina, pevná, prímes: úlomky, slieňovca a bazaltu veľkosti až 20 cm, priemer 5-7 cm,40-50%	
90	PJ-609	10,5-10,8	10,0-15,0: slieňovec rozložený piesčitý, vápnitý, pevný, uľahlý, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl	
91	J-610	3,1-3,2	0,7-5,1: hlina sprašová, ílovitá, vápnitá, pevná, svetlo hnedá	
92	J-610	11,2-11,3	5,1-12,0: slieňovec rozložený slabo piesčitý, tuhý až pevný, hnedý, hrdzavo škvrnitý, - ílovitá hlina až íl slabo piesčitý, sľudnatý	
93	J-611	2,2-2,5	0,3-2,9: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedý, ílovitá hlina, sľudnatá, piesčitá s drobnými črepmi slieňovca	
94	J-648	1,75-1,90	1,6-4,0: suť, uľahlá, hlinito-kamenitá, zaoblené úlomky a kusy bazaltu veľkosti 10-15 cm priemer 7 cm - 70-80% s výplňou ílovitej hlíny piesčitej s úlomkami a zrnami bazaltu 2-3 cm- deluvium	
95	J-648	2,5-2,65	1,6-4,0: suť, uľahlá, hlinito-kamenitá, zaoblené úlomky a kusy bazaltu veľkosti 10-15 cm priemer 7 cm - 70-80% s výplňou ílovitej hlíny piesčitej s úlomkami a zrnami bazaltu 2-3 cm- deluvium	
96	J-670	4,7-4,9	3,8-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitou, tmavo sivou, hrdzavo škvrnitou s drobnými úlomkami alterovaného tufu v ruke lámateľné, s povlakmi železa a oxidu horčíka, uľahlé	
97	J-670	7,3-7,5	3,8-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitou, tmavo sivou, hrdzavo škvrnitou s drobnými úlomkami alterovaného tufu v ruke lámateľné, s povlakmi železa a oxidu horčíka, uľahlé	
98	J-671	1,4-1,7	0,3-3,8: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, červenohnedú a hnedo sivú, sivé a hrdzavo škvrnitú, pevnú	
99	J-671	4,0-4,25	3,8-5,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, červenohnedú, jemne sľudnatú so zrnami rozloženého tufu a vložkami modro sivého ílu, pevnú	
100	J-674	2,3-2,5	0,5-3,0: ílovitá hlina, mäkká, hnedá až hnedosivá, hrdzavo škvrnitá, s ojedinelými organickými zbytkami, tuhá báza	
101	J-678	9,1-9,3	5,1-9,5: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hnedú, svetlo sivo šmuhanú, čierne škvrnitú, pevnú s drobnými úlomkami a zrnami tufu, limonitizované, v ruke lámateľné	

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
102	J-679	13,3-13,5	9,9-15,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, modrofialovú, pevnú, pri báze s drobnými pevnými úlomkami tufu
103	J-685	6,4-6,5	5,1-8,1: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, hnedú a červenohnedú, pevnú v hl.5,0-6,5m hlinitý piesok, hrubý
104	J-635	2,7-2,9	1,5-8,0: slieňovec rozložený vápnitý, silno limonitizovaný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl, pevná
105	J-642	5,4-5,6	3,6-6,7: ílovitá hlina, pevná, hnedosivá, hrdzavo škvrnitá, prímes: úlomky, so zaoblenými bazaltmi do 10 cm, priemer 2,5-5 cm
106	J-642	14,6-14,8	14,3-15,0: ílovitá hlina, pevná, hnedá, prímes: úlomky, bazalt do 5 cm, priemer 2-3 cm-30-40% - až íl- deluvium
107	J-643	1,0-1,2	1,0-5,0: slieňovec rozložený slabo sľudnatý, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, s výraznými laminami slieňovca miestami až tenko doskovito vrstvy slieňovca drobno úl. rozpadaného ľahko v ruke lámateľného
108	J-602	4,3-4,5	0,5-4,5: ílovitá hlina, pevná, okrovo hnedá, sprašová, vápnitá so zrnami slieňovca s vápnitými konkréciami
109	J-602	4,7-4,9	0,5-4,5: ílovitá hlina, pevná, okrovo hnedá, sprašová, vápnitá so zrnami slieňovca s vápnitými konkréciami
110	J-603	9,4-9,5	4,8-10,6: ílovitá hlina vápnitá, pevná, svetlo hnedosivá, prímes: úlomky, so zaoblenými úlomkami bazaltu, slieňovca do 5 cm a zrnami bazaltu
111	J-604	4,8-4,9	4,8-5,0: ílovitá hlina piesčitá, pevná, svetlo hnedosivá, prímes: úlomky, vápnitá s drobnými zrnami bazaltu do 5 cm, 30%
112	J-616	00,5-3,0	0,0-0,6: hlina humózna, tuhá, tmavo sivá, s organickými zbytkami 0,6-0,9: ílovitá hlina, pevná, okrovo hnedá, sprašová, pri báze s vápnitými žilkami
113	PJ-617	0,3-2,5	0,0-0,4: hlina humózna, tuhá, hnedá, s organickými zbytkami 0,4 - 1,5: suť, uľahlá, hlinito kamenitá - zaoblené úlomky a kusy bazaltu veľkosti do 10 cm, priemer 5 cm, 60-70% s výplňou ílovitej hlíny, piesčité s drobnými úlomkami a zrna 1,5-2,0: ílovitá hlina piesčitá, vápnitá, pevná, hrdzavo škvrnitá, s drobnými úlomkami bazaltu do 3 cm - deluvium 2,0-2,7: suť kamenito hlinitá, uľahlé zaoblené úlomky a kusy bazaltu do 3 cm - deluvium
114	PJ-617	3,0-3,3	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami
115	PJ-617	2,7-5,7	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
116	PJ-617	4,3-5,0	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami
117	PJ-617	5,8-6,0	2,7-8,0: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, -ílovitá hlina až íl, vápnitý s úlomkami
118	PJ-618	2,4-2,7	2,0-2,7: slieňovec rozložený, pevný, svetlo hnedosivý, hrdzavo škvrnitý, - ílovitá hlina až íl
119	J-619	0,3-3,0	0,0-0,4: hlina humózna, tuhá, tmavo hnedá, s organickými zbytkami 0,4 - 1,4: suť, uľahlá, hlinito kamenitá - zaoblené úlomky a kusy bazaltu veľkosti do 10 cm, priemer 5 cm, 60-70% s výplňou ílovitej hliny hnede sivé so zrnami bazaltu
120	J-620	2,25-2,55	1,0-3,1: slieňovec rozložený, svetlo hnedý a hnedosivý, na ílovitú hlinu, vápnitú, pevnú
121	J-685	6,4-6,5	5,1-8,1: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, hnedú a červenohnedú, pevnú v hl. 5,0-6,5m hlinitý piesok, hrubý
122	J-687	2,3-2,5	1,0-3,0: suť kamenito hlinitá, hlinito kamenitá- zaoblené úlomky bazaltu veľkosti max. 12 cm ojedinele až 20 cm, priemer 5-7 cm - 70-80% s výplňou hlinitého piesku s drobnými úlomkami bazaltu- deluvium
123	J-687	4,7-5,0	3,0-5,5: štrk piesčitý, hlinitý, uľahlý, hrubý až balvanitý, okruhliaky bazaltu, kremeňa veľkosti až 10 cm, priemer 5-7 cm - 60-70% s výplňou hlinitého piesku s drobným štrkom
124	J-607	3,0-4,5	2,4-4,5: ílovitá hlina piesčitá, pevná, hnedá, prímes: úlomky, a kusy bazaltu veľkosti 10-12 cm, priemer 5-7 cm - 60%
125	J-608	3,0-5,0	2,1-5,0: ílovitá hlina vápnitá, pevná, svetlo hnedá a hnedá, prímes: úlomky, bazaltu veľkosti do 5 cm a zrnami slieňovca
126	J-672	4,6-4,8	1,3-5,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, hrdzavo hnedú a žltouhnedú od hl. 3,5m s drobnými úlomkami a zrnami alterovaného tufu, pevný
127	J-673	0,8-3,0	0,4-1,0: hlina humózna, ílovitá, tuhá až pevná, sivá, hrdzavo hnede škvrnitá, s organickými zvyškami 1,0-2,8: tuf rozložený, ílovitú hlinu, piesčitú, hnedú, hrdzavo škvrnitú s drobnými úlomkami rozloženého tufu s povlakmi oxidov železa, pevný
128	J-673	6,2-6,6	2,8-8,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hnedú, sivo škvrnitú, pevnú
129	J-674	2,3-2,5	0,5-3,0: ílovitá hlina, mäkká, hnedá až hnedosivá, hrdzavo škvrnitá, s ojedinelými organickými zvyškami, tuhá báza
130	J-678	9,1-9,3	5,1-9,5: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hnedú, svetlo sivo šmuhovanú, čierne škvrnitú, pevnú s drobnými úlomkami a zrnami tufu, limonitizované, v ruke lámateľné

poradie	vrt	hlbka odberu (m)	popis geológa
131	J-679	13,3-13,5	9,9-15,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, modrofialovú, pevnú, pri báze s drobnými pevnými úlomkami tufu
132	J-680	4,5-4,7	3,1-5,0: tuf rozložený, na hlinitý piesok, hnedosivý, hrubozrnný s drobnými úlomkami zvetraného a rozloženého tufu, limonitizované s povlakmi Fe oxidov, uľahlý
133	J681	2,5-2,7	2,5-4,3: ílovitá hlina piesčitá, pevná, hnedá, prímes: úlomky, bazaltu 5-7 cm, hl. 2,5-3,0m mäkká až tuhá
134	J-681	4,7-4,9	2,5-4,3: ílovitá hlina piesčitá, pevná, hnedá, prímes: úlomky, bazaltu 5-7 cm, hl. 2,5-3,0m mäkká až tuhá
135	J-683	2,0-2,3	1,0-7,2: ílovitá hlina, až íl, sivý, miestny hnedý so zrnami bazaltu v hl. 2,0-3,6m- tuhý
136	J-684	6,5-6,7	6.5-6,9: tuf rozložený, na hlinitý piesok, hrubozrnný, zeleno sivý s úlomkami tufu, uľahlý a laminami červenohnedé ílovité hlíny, piesčité s drobnými úlomkami tufu
137	J-684	11,5-11,8	10,0-12,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hnedú, miestami fialovú, čierne šmuhovanú, pevnú
138	J-603	9,4-9,5	4,8-10,6: ílovitá hlina vápnitá, pevná, svetlo hnedosivá, prímes: úlomky, jemne sľudnatá
139	J-641	6,6-6,75	1,0-8,8: ílovitá hlina vápnitá, pevná, hnedá, hrdzavo šmuhovaná, so zrnami bazaltu a slieňovca - deluvium
140	J-678	9,1-9,3	5,1-9,5: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, svetlo hnedú, svetlo sivo šmuhovanú, čierne škvrnitú, pevnú s drobnými úlomkami a zrnami tufu, limonitizované, v ruke lámateľné
141	J-679	13,3-13,5	9,9-15,0: tuf rozložený, na ílovitú hlinu, piesčitú, modrofialovú, pevnú, pri báze s drobnými pevnými úlomkami tufu

Príloha B: Základné informácie oľasť Dobkovičky

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
142	HV101-870	5,30	tmavohnedé, piesok ílovitý
143	HV101-871	5,80	tmavohnedé, zrná pozdĺžne, ostrohranné, textúra drsná, štrk s prímiesou
144	HV101-872	6,30	tmavohnedé, zrná ploché, ostrohranné, drsné, štrk hlinitý
145	HV101-873	8,70	Sivo zelená hlina s vysokou plasticitou
146	HV101-874	15,60	íl s vysokou plasticitou, sivozelený
147	HV101-958	3,80	sivo hnedý, íl s veľmi vysokou plasticitou
148	HV103-959	6,50	konzistencia pevná, farba sivohnedá, íl s veľmi vysokou plasticitou
149	HV103-960	12,80	konzistencia pevná, farba sivá, íl s vysokou plasticitou
150	HV109-1011	0,80	konzistencia pevná, farba hnedá, tvar zrn kvádrový, slabo zaoblený, textúra drsná, piesčitá hlina
151	HV109-1003	2,50	hnedá farba, tvar zrn kvádrový, slabo zaoblený, textúra drsná, štrk hlinitý
152	HV109-1012	4,80	farba hnedá, zrná kvádrové, slabo ostrohranné, textúra drsná, štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy
153	HV109-998	7,70	sivá farba, hlina s vysokou plasticitou

poradie	vrt	hĺbka odberu (m)	popis geológa
154	HV112-882	1,20	hnedá, konzistencia pevná, hlina s vysokou plasticitou
155	HV112-883	2,70	hnedá, konzistencia pevná, íl s veľmi vysokou plasticitou
156	HV112-884	5,20	okrová, žltá, íl s vysokou plasticitou
157	HV112-885	8,20	sivá, konzistencia pevná, íl s vysokou plasticitou
158	HV112-886	12,50	hnedozeleňá, konzistencia pevná, íl s vysokou plasticitou
159	HV114-1006	2,90	čiernohnedá, tvar zŕn plochý, slabo zaoblený, drsný, štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy
160	HV114-999	4,20	sivočierna, štrk hlinitý
161	IG106-1017	0,50	hnedá, konzistencia pevná, tvar zŕn pozdĺžny, slabo zaoblený, drsný, štrkovitá hlina
162	IG106-1016	0,90	zelenohnedá, konzistencia pevná, íl s vysokou plasticitou
163	IG106-1010	1,90	sivá, konzistencia pevná, íl s veľmi vysokou plasticitou
164	IG106-1001	8,50	hnedá, konzistencia pevná, íl s vysokou plasticitou
165	IG106- 1009	17,60	sivá, konzistencia pevná, íl s vysokou plasticitou
166	IG110-1002	1,70	hnedočervená, tvar zŕn kvádrový, slabo zaoblený, drsný, štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy

poradie	vrt	hĺbka odberu m	popis geológa
167	IG110-1000	4,20	sivo červená, tvar zŕn plochý, slabo ostrohranný, drsný, štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy
168	IG110-1007	6,20	hnedá, piesok hlinitý
169	IG110-1008	9,00	pevná konzistencia, hlina s veľmi vysokou plasticitou
170	IG110-1014	10,50	hrdzavo hnedá, pevná konzistencia, piesčitá hlina
171	IG110-1005	13,30	pevná konzistencia, íl s vysokou plasticitou
172	IG115-1019	4,50	hnedá, tvar zŕn: kvádrový, slabo zaoblený, drsný, štrk ílovitý
173	IG115-1020	10,30	pevná konzistencia, sivá, hlina s veľmi vysokou plasticitou
174	IND102-875	7,60	pevná konzistencia, tmavo hnedá, piesčitá hlina
175	IND102-876	8,40	tuhá konzistencia, sivo zelená, íl s vysokou plasticitou
176	IND102-877	12,50	pevná konzistencia, sivo zelená, íl s vysokou plasticitou
177	IND104-878	1,10	hnedá, tvar zŕn: kvádrový, slabo zaoblený, drsný, štrk ílovitý
178	IND104-879	4,40	čierna+zl. Polohy, piesok hlinitý
179	IND104-880	5,00	sivý, íl s vysokou plasticitou
180	IND104-881	6,00	sivo hnedý, íl s vysokou plasticitou
181	IND105-887	0,90	pevná konzistencia, hnedá, štrkovitý íl

poradie	vert	hlbka odberu m	popis geológa
182	IND105-889	3,40	hnedá, štrkovitý íl
183	IND105-1018	4,7- 4,8	pevná konzistencia, zeleno sivá, íl s veľmi vysokou plasticitou
184	IND105-890	5,30	pevná konzistencia, sivo hnedá, íl s vysokou plasticitou
185	IND107-902	1,50	sivočierna, piesčitá hlina
186	IND107-892	8,70	sivo zelená, íl s vysokou plasticitou
187	IND107-893	11,00	pevná konzistencia, žltohnedá, hlina s veľmi vysokou plasticitou
188	IND107-901	15,70	pevná konzistencia, hlina s vysokou plasticitou
189	IND107-1015	17,20	svetlo hnedá, piesčitá hlina
190	IND107-1013	22,50	piesková, piesčitá hlina
191	IND108-894	0,50	čokoládová, štrk hlinitý
192	IND108-895	0,70	tmavo hnedá, štrk hlinitý
193	IND108-896	0,90	sivá, štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy
194	IND108-898	4,90	čierna, piesčitá hlina
195	IND108-897	5,50	hnedá, piesčitá hlina
196	IND108-899	6,20	hnedá, hlina s veľmi vysokou plasticitou
197	IND108-900	7,50	sivá, íl s vysokou plasticitou

Príloha C: Údaje získané z geotechnického prieskumu

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	6,66	65,31	71,97	27,81	0,22	40,1	24,7	15,4	CL
2	7,35	17,9	25,25	42,6	32,15	30,6	21,8	8,8	SC
3	22,9	51,26	74,16	25,77	0,07	38,2	24,1	14,1	CI
4	7,82	50,34	58,16	32,78	9,05	39,9	28,7	11,2	MS
5	6,57	67,35	73,92	24,58	1,5	26,7	20,5	6,2	ML
6	14,71	57,29	72	27,28	0,72	40,8	25	15,8	CI
7	38,85	40,18	79,03	20,7	0,26	33,7	21,9	11,8	CI
8	13,82	37,09	50,91	40,14	8,95	46,2	30	16,2	MS
9	5,5	9,92	15,42	55,29	29,29	60,6	47,6	13	SM
10	5,74	10,69	16,43	57,36	26,21	29,3	21,9	7,4	SC
11	5,81	5,04	10,85	63,89	25,26	27,9	24,3	3,6	S-F
12	16,56	63,27	79,83	20,09	0,08	41,6	26,6	15	MI
13	7,55	66,8	74,35	24,69	0,96	82,2	42,2	40	MV
14	7,57	75,48	83,05	16,27	0,68	41,7	30,8	10,9	MI
15	7,13	50,11	57,24	36,24	6,52	67	40,2	26,8	MS
16	7,26	53,93	61,19	35,76	3,05	37,3	25,7	11,6	MS
17	6,87	47,33	54,2	35,92	9,89	64,1	37	27,1	MS
18	7,23	38,95	46,18	43,08	10,74	44,4	32,9	11,5	MS
19	22,09	62,04	84,13	15,87	0	63,7	37,8	25,9	MH
20	6,68	57,05	63,73	35,78	0,49	53,4	35,1	18,3	MS
21	6,56	33,72	40,28	45,82	13,9	63,5	45,7	17,8	MS
22	13,23	54,4	67,63	32,37	0	75,1	39,8	35,3	MV
23	7,62	65,9	73,52	26,42	0,06	66	39,5	26,5	MH

Bakalárska práca

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
24	6,7	69,97	76,67	23,14	0,19	67,8	37,5	30,3	MH
25	3,02	2,06	5,08	52,93	41,98	35,3	26,8	8,5	S-F
26	23,11	50,49	73,6	26,4	0	68,1	35,8	32,3	MH
27	6,5	27,25	33,75	44,69	21,56	28,2	22,4	5,8	SM
28	10,68	40,36	51,04	35,39	13,58	27,7	21,9	5,8	MS
29	9,04	23,28	32,32	67,42	0,26	40,7	31,3	9,4	SM
30	13,08	38,42	51,5	48,03	0,46	37,6	28,9	8,7	MS
31	8,42	64,93	73,35	26,65	0	39,6	27,3	12,3	MI
32	15,21	36,07	51,28	43,65	5,07	80	52,4	27,6	MS
33	12,44	42,47	54,91	45,02	0,07	70,9	49,9	21	MS
34	7,58	34,25	41,83	57,65	0,51	69,4	53,1	16,3	MS
35	6,59	20,52	27,11	59,38	13,51	42	29,3	12,7	SM
36	6,7	19,45	26,15	61,72	12,13	39,6	30,6	9	SM
37	38,36	38,9	77,26	20,42	2,31	37,8	26,7	11,1	MI
38	40,32	48,07	88,39	11,61	0	37,4	29,6	7,8	MI
39	40,7	44,69	85,39	14,61	0	40,7	26,8	13,9	MI
40	39,75	40,8	80,55	19,45	0	40,6	27,9	12,7	MI
41	37,67	51,05	88,72	11,28	0	42,7	27,1	15,6	MI
42	13,05	44,85	57,9	38,75	3,35	64,6	48,1	16,5	MS
43	10,1	30,14	40,24	43,43	16,32	65,4	48,6	16,8	MS
44	7,38	41,77	49,15	43,83	7,02	54,3	43,8	10,5	MS
45	13,28	26,11	39,39	48	12,6	62,2	41,3	20,9	MS
46	5,85	8,51	14,36	47,87	37,77	28,8	18,6	10,2	S-F
47	45,67	35,75	81,42	18,58	0	76,6	41,8	34,8	MV

Bakalárska práca

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
48	35,6	30,86	66,46	33,21	0,34	75,7	37,3	38,4	MV
49	7,3	16,67	23,97	68,01	8,02	53,3	36	17,3	SM
50	7,73	24,43	32,16	67,19	0,66	57,7	42,6	15,1	SM
51	7,71	21,68	29,39	69,53	1,08	68,8	52,7	16,1	SM
52	6,28	13,77	20,05	61,03	18,91	55	44,4	10,6	SM
53	7,42	17,74	25,16	71,39	3,44	64,6	44,4	20,2	SM
54	9,36	32,2	41,56	58,08	0,36	62,7	42,2	20,5	MS
55	13,63	45,01	58,64	40,16	1,2	50,4	38,2	12,2	MS
56	11,83	50,43	62,26	37,64	0,1	51,3	38,6	12,7	MS
57	12,47	48,33	60,8	39,02	0,18	63,3	36,6	26,7	MS
58	12,02	46,9	58,92	33,76	7,33	60,1	43,9	16,2	MS
59	22,25	44,88	67,13	30	2,87	53,5	34,5	19	MH
60	12,01	43,85	55,86	36,8	7,34	47,8	36,2	11,6	MS
61	7,45	57,25	64,7	33,03	2,27	46,4	32,1	14,3	MS
62	8,8	60,97	69,77	29	1,22	54,4	29,4	25	MH
63	6,84	56,19	63,03	34,8	2,17	39,6	27,4	12,2	MS
64	39,27	39,82	79,09	20,91	0	37,8	26,7	11,1	MI
65	40,32	48,07	88,39	11,61	0	37,4	29,6	7,8	MI
66	40,7	44,69	85,39	14,61	0	40,7	26,8	13,9	MI
67	39,75	40,8	80,55	19,45	0	40,6	27,9	12,7	MI
68	37,67	51,05	88,72	11,28	0	42,7	27,1	15,6	MI
69	30,66	46,08	76,74	23,26	0	43,4	28,6	14,8	MI
70	5,67	13,06	18,73	43,32	37,95	44,7	30,3	14,4	SM
71	8,5	69,26	77,76	22,24	0	78,7	42,1	36,6	MV

Bakalárska práca

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
72	13,32	66,15	79,47	20,53	0	72,8	36	36,8	MV
73	6,66	66,28	72,94	26,28	0,79	60	34,4	25,6	MH
74	13,05	44,85	57,9	38,75	3,35	64,6	48,1	16,5	MS
75	5,64	10,86	16,5	54,6	28,9	28,9	22,1	6,8	SC
76	13,28	26,11	39,39	48	12,6	62,2	41,3	20,9	MS
77	15,33	28,97	44,3	48,64	7,06	55,9	38	17,9	MS
78	5,85	8,51	14,36	47,87	37,77	28,8	18,6	10,2	S-F
79	45,56	35,67	81,23	18,53	0,24	76,6	41,8	34,8	MV
80	13,63	45,01	58,64	40,16	1,2	50,4	38,2	12,2	MS
81	11,83	50,43	62,26	37,64	0,1	51,3	38,6	12,7	MS
82	12,47	48,33	60,8	39,02	0,18	63,3	36,6	26,7	MS
83	12,02	46,9	58,92	33,76	7,33	60,1	43,9	16,2	MS
84	22,25	44,88	67,13	30	2,87	53,5	34,5	19	MH
85	12,01	43,85	55,86	36,8	7,34	47,8	36,2	11,6	MS
86	24,53	51,41	75,94	24,06	0	29,4	25	4,4	ML
87	5,36	26,51	31,87	48,51	19,62	26,1	18,2	7,9	SC
88	4,87	22,21	27,08	45,98	26,93	26,1	21	5,1	SM
89	7,35	17,9	25,25	42,6	32,15	30,6	21,8	8,8	SC
90	22,91	51,3	74,21	25,79	0	38,2	24,1	14,1	CI
91	7,82	50,34	58,16	32,78	9,05	39,9	28,7	11,2	MS
92	6,57	67,35	73,92	24,58	1,5	26,7	20,5	6,2	ML
93	14,53	55,16	69,69	27,97	2,33	27	19,1	7,9	CL
94	9,82	48,33	58,15	33,51	8,34	54,6	32,8	21,8	MS
95	2,55	5,12	7,67	30,34	61,98	28,1	23,2	4,9	G-F

Bakalárska práca

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
96	9,04	23,28	32,32	67,42	0,26	40,7	31,3	9,4	SM
97	13,08	38,42	51,5	48,03	0,46	37,6	28,9	8,7	MS
98	10,6	19,88	30,48	67,46	2,07	58,8	36,4	22,4	SM
99	25,29	34,89	60,18	39,77	0,05	57,9	34,7	23,2	MS
100	8,4	64,82	73,22	26,61	0,17	39,6	27,3	12,3	MI
101	15,21	36,07	51,28	43,65	5,07	80	52,4	27,6	MS
102	12,44	42,47	54,91	45,02	0,07	70,9	49,9	21	MS
103	6,7	19,45	26,15	61,72	12,13	39,6	30,6	9	SM
104	7,55	66,8	74,35	24,69	0,97	82,2	42,2	40	MV
105	6,87	47,33	54,2	35,92	9,89	64,1	37	27,1	MS
106	7,23	38,95	46,18	43,08	10,74	44,4	32,9	11,5	MS
107	14,27	64,01	78,28	21,72	0	78,9	45,9	33	MV
108	6,96	44,12	51,08	48,57	0,35	49,6	33,8	15,8	MS
109	5,54	22,9	28,44	54,65	16,91	30,5	22,3	8,2	SC
110	6,66	65,31	71,97	27,81	0,22	40,1	24,7	15,4	CI
111	6,6	45,98	52,58	41,83	5,59	28,2	19,8	8,4	CS
112	6,84	56,19	63,03	34,8	2,18	39,6	27,4	12,2	MS
113	38,36	38,9	77,26	20,42	2,31	37,8	26,7	11,1	MI
114	40,32	48,07	88,39	11,61	0	37,4	29,6	7,8	MI
115	40,7	44,69	85,39	14,61	0	40,7	26,8	13,9	MI
116	39,75	40,8	80,55	19,45	0	40,6	27,9	12,7	MI
117	37,67	51,05	88,72	11,28	0	42,7	27,1	15,6	MI
118	22,38	70,02	92,4	7,6	0	32,4	24,8	7,6	ML
119	6,47	44,69	51,16	27,16	21,69	39,2	27,9	11,3	MS

Bakalárska práca

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
120	30,66	46,08	76,74	23,26	0	43,4	28,6	14,8	MI
121	6,7	19,45	26,15	61,72	12,13	39,6	30,6	9	SM
122	17,7	50,27	67,97	32,03	0	90,6	61	29,6	ME
123	7,5	32,06	39,56	58,8	1,64	83,5	61,3	22,2	MS
124	2,98	2,81	5,79	36,92	57,29	24,3	20,7	3,6	G - F
125	7,84	50,72	58,56	36,41	5,04	34,3	24,5	9,8	MS
126	6,57	25,11	31,68	54,55	13,76	64	34,3	29,7	SM
127	10,1	30,14	40,24	43,43	16,32	65,4	48,6	16,8	MS
128	7,38	41,77	49,15	43,83	7,02	54,3	43,8	10,5	MS
129	8,42	64,93	73,35	26,65	0	39,6	27,3	12,3	MI
130	15,21	36,07	51,28	43,65	5,07	80	52,4	27,6	MS
131	12,44	42,47	54,91	45,02	0,07	70,9	49,9	21	MS
132	2,2	1,87	4,07	24,83	71,09	35,7	31,7	4	GP
133	5,73	15,13	20,86	54,28	24,87	36	23,4	12,6	SC
134	9,98	52,44	62,42	33,21	4,36	74,6	40,2	34,4	MS
135	35,6	30,86	66,46	33,21	0,34	75,7	37,3	38,4	MV
136	7,58	34,25	41,83	57,65	0,51	69,4	53,1	16,3	MV
137	6,59	20,52	27,11	59,38	13,51	42	29,3	12,7	SM
138	6,66	65,31	71,97	27,81	0,22	40,1	24,7	15,4	CI
139	7,26	53,93	61,19	35,76	3,05	37,3	25,7	11,6	MS
140	15,21	36,07	51,28	43,65	5,07	80	52,4	27,6	MS
141	12,44	42,47	54,91	45,02	0,07	70,9	49,9	21	MS
142	7	21	28	39	33	37	24	13	S5 SC
143	2	9	11	25	64	33	21	12	G3 G-F

Bakalárska práca

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
144	5	17	22	26	52	42	27	15	G4 GM
145	63	34	97	3	0	59	32	27	F7 MH
146	55	41	96	4	0	62	30	32	F8 CH
147	69	30	99	1	0	73	28	45	F8 CV
148	74	25	99	1	0	70	30	40	F8 CH
149	56	40	96	4	0	62	27	35	F8 CH
150	10	28	38	34	28	36	25	11	F3 MS
151	2	14	16	23	61	25	20	5	G4 GM
152	0	5,8	5,8	9,6	84,6	27	20	7	G3 G-F
153	62	35	97	3	0	58	30	28	F7 MH
154	43	41	84	13	3	65	33	32	F7 MH
155	55	41	96	4	0	75	33	42	F7 MH
156	49	47	96	4	0	58	27	31	F8 CH
157	57	39	96	4	0	63	31	32	F8 CH
158	60	34	94	6	0	61	26	35	F8 CH
159	1	10	11	16	73	40	24	16	G3 G-F
160	8	13	21	24	55	50	29	21	G4 GM
161	25	23	48	19	33	62	34	28	F1 MG
162	55	39	94	4	2	68	30	38	F8 CH
163	61	37	98	2	0	73	32	41	F8 CV
164	38	54	92	8	0	66	32	34	F8 CH
165	54	35	89	3	8	55	27	28	F8 CH
166	1,3	11,4	12,7	21,5	65,8	24	19	5	G3 G-F

Bakalárska práca

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
167	0	11,25	11,25	38,75	50	23	18	5	G3 G-F
168	2	21	23	59	18	91	54	37	S4 SM
169	29	46	75	23	2	80	50	30	F7 MV
170	29	33	62	32	6	79	53	26	F3 MS
171	55	41	96	4	0	65	25	40	F8 CH
172	8	21	29	23	48	34	21	13	G5 GC
173	39	29	68	27	5	81	39	42	F7 MV
174	17	25	42	37	21	71	35	36	F3 MS
175	56	38	94	5	1	64	29	35	F8 CH
176	59	39	98	2	0	56	28	28	F8 CH
177	3	17	20	19	61	41	25	16	G5 GC
178	12	20	32	54	14	61	37	24	S4 SM
179	64	30	94	5	1	60	29	31	F8 CH
180	52	41	93	7	0	59	30	29	F8 CH
181	14	28	42	17	41	42	25	17	F2 CG
182	3	19	22	26	52	34	23	11	G5 GC
183	62	32	94	5	1	77	32	45	F8 CH
184	58	34	92	4	4	65	30	35	F8 CH
185	5	7	12	31	57	49	31	18	G3 G-F

poradie	c	m	f	s	g	w_L	w_P	I_p	Klasifikácia podľa ČSN 736133
	%	%	%	%	%	%	%	%	
186	36	53	89	10	1	66	31	35	F8 CH
187	57	33	90	6	4	73	40	33	F7 MV
188	40	45	85	12	3	70	42	28	F7 MH
189	16	36	52	45	3	78	46	32	F3 MS
190	12	23	35	61	4	64	43	21	F3 MS
191	3	20	23	29	48	40	26	14	G4 GM
192	0	16	16	24	60	43	28	15	G4 GM
193	2	7	9	30	61	32	22	10	G3 G-F
194	22	19	41	51	8	65	45	20	F3 MS
195	23	40	63	37	0	111	73	38	F3 MS
196	35	33	68	26	6	81	44	37	F7 MV
197	42	35	77	16	7	56	28	28	F8 CH

Príloha D: Savageho metóda

poradie	P ₄₂₅	R	P _g	c _{savage}	porovnanie c _{norma} / c _{savage}
	(-)	(-)	(%)	(%)	(-)
1	0,98	1,62	15,09	33,77	0,20
2	0,34	1,40	2,99	9,11	0,81
3	0,98	1,59	13,82	32,53	0,70
4	0,77	1,39	8,62	26,81	0,29
5	0,97	1,30	6,01	21,47	0,31
6	0,96	1,63	15,17	33,56	0,44
7	0,98	1,54	11,56	28,98	1,34
8	0,63	1,54	10,21	25,54	0,54
9	0,5	1,27	6,50	24,35	0,23
10	0,29	1,34	2,15	7,24	0,79
11	0,16	1,15	0,58	2,69	2,16
12	0,98	1,56	14,70	35,60	0,47
13	0,97	1,95	38,80	59,00	0,13
14	0,96	1,35	10,46	34,40	0,22
15	0,8	1,67	21,44	45,37	0,16
16	0,8	1,45	9,28	26,33	0,28
17	0,89	1,73	24,12	47,02	0,15
18	0,58	1,35	6,67	22,08	0,33
19	1	1,69	25,90	53,54	0,41
20	0,97	1,52	17,75	45,58	0,15
21	0,52	1,39	9,26	28,80	0,23
22	1	1,89	35,30	57,42	0,23
23	0,98	1,67	25,97	54,66	0,14

Bakalárska práca

poradie	P ₄₂₅ (-)	R (-)	P _g (%)	c _{savage} (%)	porovnanie c _{norma} / c _{savage} (-)
24	0,98	1,81	29,69	52,88	0,13
25	0,11	1,32	0,94	3,26	0,93
26	1	1,90	32,30	51,65	0,45
27	0,48	1,26	2,78	10,68	0,61
28	0,65	1,26	3,77	14,32	0,75
29	0,75	1,30	7,05	25,25	0,36
30	0,8	1,30	6,96	24,90	0,53
31	1	1,45	12,30	34,94	0,24
32	0,73	1,53	20,15	51,35	0,30
33	0,9	1,42	18,90	56,10	0,22
34	0,9	1,31	14,67	51,98	0,15
35	0,5	1,43	6,35	18,50	0,36
36	0,57	1,29	5,13	18,56	0,36
37	0,9	1,42	9,99	29,88	1,28
38	1	1,26	7,80	29,69	1,36
39	1	1,52	13,90	35,83	1,14
40	1	1,46	12,70	35,83	1,11
41	1	1,58	15,60	37,19	1,01
42	0,87	1,34	14,36	48,01	0,27
43	0,5	1,35	8,40	27,98	0,36
44	0,62	1,24	6,51	25,80	0,29
45	0,52	1,51	10,87	28,51	0,47
46	0,2	1,55	2,04	5,05	1,16
47	1	1,83	34,80	60,23	0,76
48	0,96	2,03	36,86	51,38	0,69
49	0,45	1,48	7,79	21,18	0,34
50	0,85	1,35	12,84	42,16	0,18

Bakalárska práca

poradie	P ₄₂₅ (-)	R (-)	P _g (%)	C _{savage} (%)	porovnanie C _{norma} / C _{savage} (-)
51	0,9	1,31	14,49	51,46	0,15
52	0,58	1,24	6,15	24,41	0,26
53	0,63	1,45	12,73	35,92	0,21
54	0,72	1,49	14,76	39,85	0,23
55	0,8	1,32	9,76	33,90	0,40
56	0,84	1,33	10,67	36,48	0,32
57	0,94	1,73	25,10	49,10	0,25
58	0,78	1,37	12,64	40,58	0,30
59	0,83	1,55	15,77	38,88	0,57
60	0,68	1,32	7,89	27,35	0,44
61	0,9	1,45	12,87	36,83	0,20
62	0,9	1,85	22,50	38,15	0,23
63	0,88	1,45	10,74	30,74	0,22
64	1	1,42	11,10	33,20	1,18
65	1	1,26	7,80	29,69	1,36
66	1	1,52	13,90	35,83	1,14
67	1	1,46	12,70	35,83	1,11
68	1	1,58	15,60	37,19	1,01
69	1	1,52	14,80	38,21	0,80
70	0,23	1,48	3,31	9,08	0,62
71	1	1,87	36,60	60,73	0,14
72	1	2,02	36,80	51,69	0,26
73	0,97	1,74	24,83	47,72	0,14
74	0,85	1,34	14,03	46,91	0,28
75	0,28	1,31	1,90	6,74	0,84
76	0,51	1,51	10,66	27,96	0,47
77	0,55	1,47	9,85	27,15	0,56

Bakalárska práca

poradie	P ₄₂₅ (-)	R (-)	P _g (%)	C _{savage} (%)	porovnanie C _{norma} / C _{savage} (-)
78	0,18	1,55	1,84	4,54	1,29
79	0,98	1,83	34,10	59,02	0,77
80	0,8	1,32	9,76	33,90	0,40
81	0,87	1,33	11,05	37,78	0,31
82	0,96	1,73	25,63	50,15	0,25
83	0,78	1,37	12,64	40,58	0,30
84	0,82	1,55	15,58	38,42	0,58
85	0,7	1,32	8,12	28,15	0,43
86	1	1,18	4,40	19,50	1,26
87	0,45	1,43	3,56	10,35	0,52
88	0,37	1,24	1,89	7,44	0,65
89	0,33	1,40	2,90	8,84	0,83
90	1	1,59	14,10	33,19	0,69
91	0,78	1,39	8,74	27,15	0,29
92	0,97	1,30	6,01	21,47	0,31
93	0,88	1,41	6,95	20,86	0,70
94	0,8	1,66	17,44	37,00	0,27
95	0,13	1,21	0,64	2,65	0,96
96	0,7	1,30	6,58	23,57	0,38
97	0,8	1,30	6,96	24,90	0,53
98	0,67	1,62	15,01	33,94	0,31
99	0,94	1,67	21,81	46,04	0,55
100	0,98	1,45	12,05	34,24	0,25
101	0,72	1,53	19,87	50,65	0,30
102	0,95	1,42	19,95	59,21	0,21
103	0,58	1,29	5,22	18,89	0,35
104	0,96	1,95	38,40	58,39	0,13

Bakalárska práca

poradie	P ₄₂₅ (-)	R (-)	P _g (%)	c _{savage} (%)	porovnanie c _{norma} / c _{savage} (-)
105	0,9	1,73	24,39	47,55	0,14
106	0,58	1,35	6,67	22,08	0,33
107	1	1,72	33,00	65,41	0,22
108	0,9	1,47	14,22	39,42	0,18
109	0,4	1,37	3,28	10,55	0,52
110	0,98	1,62	15,09	33,77	0,20
111	0,77	1,42	6,47	19,10	0,35
112	0,89	1,45	10,86	31,08	0,22
113	0,9	1,42	9,99	29,88	1,28
114	1	1,26	7,80	29,69	1,36
115	1	1,52	13,90	35,83	1,14
116	1	1,46	12,70	35,83	1,11
117	1	1,58	15,60	37,19	1,01
118	1	1,31	7,60	26,95	0,83
119	0,6	1,41	6,78	20,61	0,31
120	1	1,52	14,80	38,21	0,80
121	0,57	1,29	5,13	18,56	0,36
122	1	1,49	29,60	79,98	0,22
123	0,82	1,36	18,20	59,09	0,13
124	0,09	1,17	0,32	1,44	2,07
125	0,83	1,40	8,13	24,91	0,31
126	0,42	1,87	12,47	20,78	0,32
127	0,49	1,35	8,23	27,42	0,37
128	0,63	1,24	6,62	26,22	0,28
129	1	1,45	12,30	34,94	0,24
130	0,72	1,53	19,87	50,65	0,30
131	0,96	1,42	20,16	59,84	0,21

Bakalárska práca

poradie	P ₄₂₅ (-)	R (-)	P _g (%)	c _{savage} (%)	porovnanie c _{norma} / c _{savage} (-)
132	0,05	1,13	0,20	0,97	2,26
133	0,31	1,54	3,91	9,79	0,59
134	0,78	1,86	26,83	45,22	0,22
135	0,96	2,03	36,86	51,38	0,69
136	0,97	1,31	15,81	56,02	0,14
137	0,52	1,43	6,60	19,24	0,34
138	0,98	1,62	15,09	33,77	0,20
139	0,8	1,45	9,28	26,33	0,28
140	0,74	1,53	20,42	52,05	0,29
141	0,93	1,42	19,53	57,97	0,21
142	0,47	1,54	6,11	15,25	0,46
143	0,2	1,57	2,40	5,75	0,35
144	0,35	1,56	5,25	12,86	0,39
145	1	1,84	27,00	46,13	1,37
146	1	2,07	32,00	42,92	1,28
147	1	2,61	45,00	36,88	1,87
148	1	2,33	40,00	41,48	1,78
149	1	2,30	35,00	37,55	1,49
150	0,53	1,44	5,83	16,82	0,59
151	0,26	1,25	1,30	5,06	0,40
152	0,09	1,35	0,63	2,08	0,00
153	1	1,93	28,00	43,26	1,43
154	0,91	1,97	29,12	43,25	0,99
155	1	2,27	42,00	46,05	1,19

Bakalárska práca

poradie	P ₄₂₅	R	P _g	c _{savage}	porovnanie c _{norma} / c _{savage}
	(-)	(-)	(%)	(%)	(-)
156	1	2,15	31,00	38,31	1,28
157	1	2,03	32,00	44,47	1,28
158	1	2,35	35,00	35,88	1,67
159	0,18	1,67	2,88	6,09	0,16
160	0,31	1,72	6,51	12,82	0,62
161	0,56	1,82	15,68	27,42	0,91
162	0,97	2,27	36,86	40,65	1,35
163	1	2,28	41,00	44,60	1,37
164	0,98	2,06	33,32	44,88	0,85
165	0,91	2,04	25,48	35,24	1,53
166	0,24	1,26	1,20	4,57	0,28
167	0,33	1,28	1,65	6,13	0,00
168	0,5	1,69	18,50	38,24	0,05
169	0,93	1,60	27,90	64,38	0,45
170	0,77	1,49	20,02	53,68	0,54
171	1	2,60	40,00	32,98	1,67
172	0,4	1,62	5,20	11,70	0,68
173	0,85	2,08	35,70	47,38	0,82
174	0,56	2,03	20,16	28,13	0,60
175	0,96	2,21	33,60	39,21	1,43
176	1	2,00	28,00	40,26	1,47

poradie	P ₄₂₅	R	P _g	c _{savage}	porovnanie c _{norma} / c _{savage}
	(-)	(-)	(%)	(%)	(-)
177	0,28	1,64	4,48	9,81	0,31
178	0,56	1,65	13,44	29,11	0,41
179	0,98	2,07	30,38	40,65	1,57
180	0,99	1,97	28,71	42,78	1,22
181	0,49	1,68	8,33	17,33	0,81
182	0,33	1,48	3,63	9,91	0,30
183	0,99	2,41	44,55	43,28	1,43
184	0,95	2,17	33,25	40,35	1,44
185	0,24	1,58	4,32	10,23	0,49
186	0,96	2,13	33,60	42,31	0,85
187	0,94	1,83	31,02	54,16	1,05
188	0,93	1,67	26,04	55,11	0,73
189	0,87	1,70	27,84	56,80	0,28
190	0,69	1,49	14,49	38,98	0,31
191	0,32	1,54	4,48	11,23	0,27
192	0,23	1,54	3,45	8,68	0,00
193	0,16	1,45	1,60	4,52	0,44
194	0,63	1,44	12,60	36,11	0,61
195	0,9	1,52	34,20	87,92	0,26
196	0,8	1,84	29,60	50,73	0,69
197	0,85	2,00	23,80	34,22	1,23